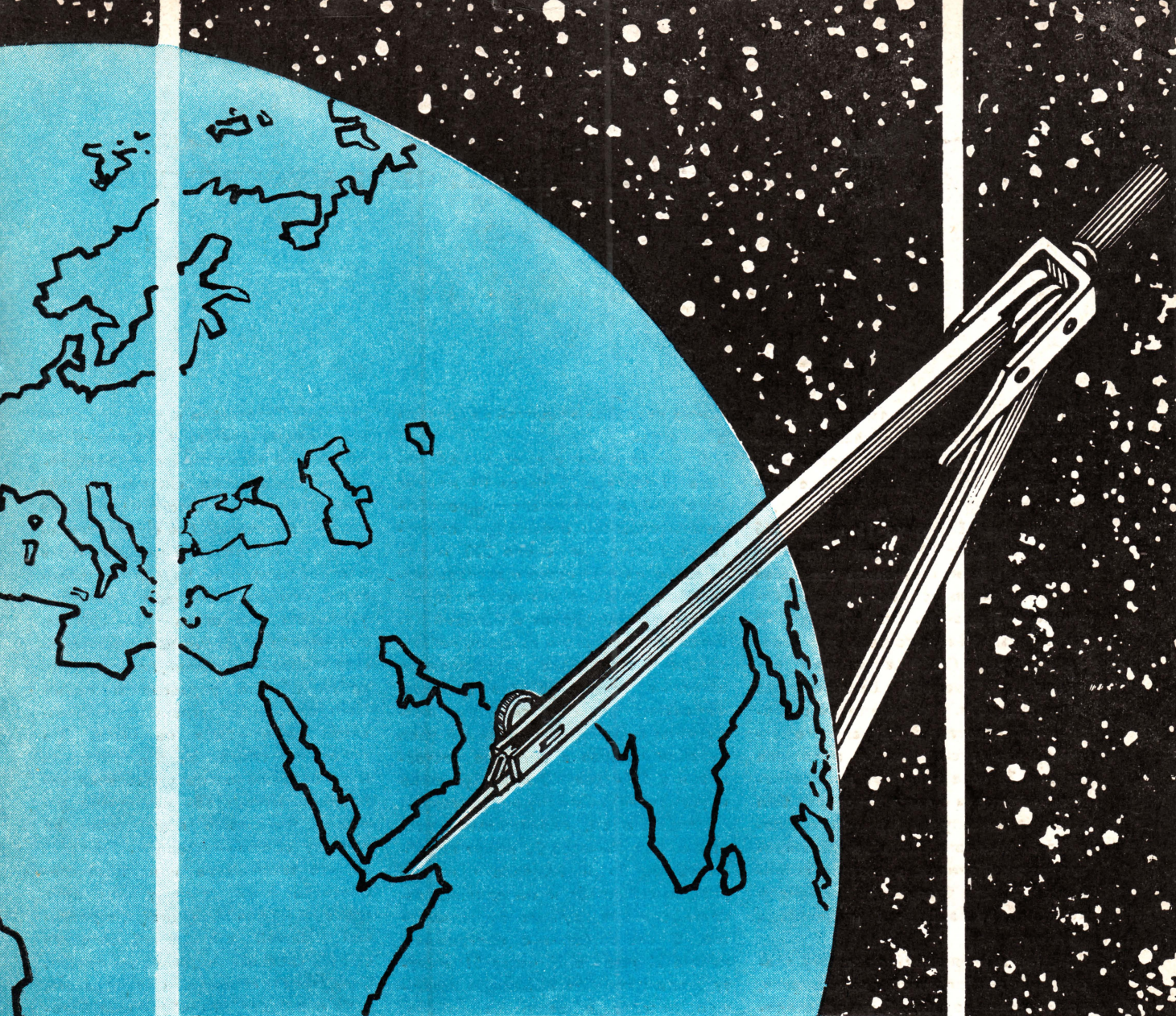
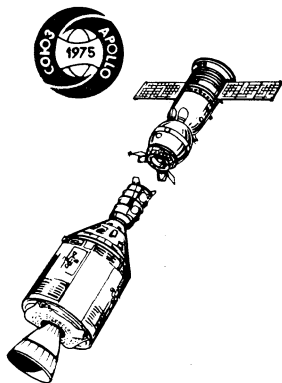




4 1975 **ЗЕМЛЯ
И
ВСЕЛЕННАЯ**

· АСТРОНОМИЯ · ГЕОФИЗИКА ·
· ИССЛЕДОВАНИЯ КОСМИЧЕСКОГО ПРОСТРАНСТВА ·



«Союз—Аполлон»: программа выполнена

Громадный, четырехлетний труд многих тысяч людей успешно завершился так, как это предполагалось по планам. Точно в назначенное время, с точностью до миллисекунд, с космодрома Байконур 15 июля 1975 года в 15 часов 20 минут по московскому времени стартовала советская ракета-носитель с космическим кораблем «Союз-19». Его пилотировал первый экипаж в составе летчиков-космонавтов СССР командира корабля А. А. Леонова и бортинженера В. Н. Кубасова. В соответствии с программой советско-американского космического эксперимента в тот же день в 22 часа 50 минут по московскому времени с мыса Канаверал был произведен запуск американского корабля «Аполлон». Корабль пилотировал первый экипаж в составе астронавтов Томаса Стаффорда (командир корабля), Вэнса Бранда и Дональда Слейтона.

После выполнения коррекции траекторий, необходимой для стыковки, космические корабли были переведены на расчетную монтажную орбиту, и в соответствии с программой эксперимента 17 июля в 19 часов 12 минут по московскому времени «Союз-19» и «Аполлон» состыковались, образовав первую международную орбитальную станцию. В 22 часа 19 минут 29 секунд командиры кораблей Алексей Леонов и Томас Стаффорд пожали друг другу руки. Так экипаж из пяти человек начал свою совместную работу на борту международной орбитальной станции «Союз—Аполлон». В процессе совместной деятельности были выполнены запланированные научные эксперименты, осуществлено четыре вза-

имных перехода экипажей из корабля в корабль.

В соответствии с программой полета 19 июля в 15 часов 02 минуты советский и американский корабли расстыковались и отошли друг от друга на расстояние около 200 м для выполнения совместного эксперимента «Искусственное солнечное затмение». Алексей Леонов и Валерий Кубасов были первыми людьми, наблюдавшими в космосе искусственное затмение Солнца. После фотографирования затмения советские космонавты перевели стыковочный узел корабля «Союз» в активное состояние и в 15 часов 40 минут успешно осуществили повторную стыковку.

После второй, окончательной расстыковки в 18 часов 26 минут корабли «Союз-19» и «Аполлон» начали раздельный полет и выполнение запланированных научных экспериментов. В соответствии с программой полета 21 июля в 13 часов 51 минуту экипаж корабля «Союз-19» совершил посадку в заданном районе, недалеко от города Аркалык (Казахстан) и был доставлен на космодром Байконур. Экипаж корабля «Аполлон» также в расчетное время 24 июля в 17 часов 18 минут по вашингтонскому времени приводнился в заданном районе Тихого океана. Так завершился совместный эксперимент «Союз—Аполлон».

Перечислим несколько главных задач, решенных в полете. Первая: все технические идеи, которые были заложены в проекте «Союз—Аполлон», себя оправдали. Вторая: андрогинная периферийная стыковочная система работала как на «Союзе», так и на «Аполлоне» в активном и пассивном

режимах безотказно и доказала свою надежность. Третья: в полете были проверены совместимые радиосистемы и совместимые системы жизнеобеспечения, по которым не было никаких замечаний. Все функционировало так, как заранее планировалось и отработывалось. Четвертая: впервые в истории космонавтики полетом управляли совместно два Центра. Это — одна из серьезных задач проекта «Союз—Аполлон», поскольку корабли обычно управлялись одним Центром каждой страны и проблем связи земля—борт не было. Эта работа по обеспечению управления и накоплению опыта управления кораблями двух стран выполнена успешно. Что можно еще сказать по проекту «Союз—Аполлон»? Пожалуй то, что технические и научные специалисты двух стран узнали друг друга не на конференциях, а в реальной рабочей обстановке, создавая общий, сложный космический проект. Следующая совместная программа, если она будет, потребует еще большего труда, но и мы, и американские специалисты уже сделали первый шаг международного сотрудничества в программе «Союз—Аполлон», научились совместно решать сложные организационные и технические проблемы, которые будут служить миру и прогрессу человечества.

**Сменный руководитель полета
кандидат технических наук
В. Г. КРАВЕЦ**

Научно-популярный
журнал
Академии наук СССР
Основан в 1965 году
Выходит 6 раз в год
Издательство «Наука»
Москва

4 ИЮЛЬ
АВГУСТ
1975

ЗЕМЛЯ И ВСЕЛЕННАЯ

В номере:

А. А. Изотов — Астрономо-геодезические методы изучения геодинамических проблем	6
В. С. Стрельницкий — Межзвездные мазеры и «антимазеры» — тепловые машины Космоса	15
А. И. Горохов — Первая экспедиция на «Салют-4»	24
Е. А. Гребенников, Ю. А. Рябов — Загадки движения Урана и открытие Нептуна	29
Г. А. Фонарев, В. С. Шнеер — Магнитные полюсы Земли	35
Н. Николов — Астрономия в Болгарии за годы Народной власти	41
К 30-ЛЕТИЮ ВЕЛИКОЙ ПОБЕДЫ	
С. Е. Александров — Геодезисты на фронте	44
Р. В. Куницкий — «Звезды смотрят вниз» на наши самолеты	48
И. Д. Папанин — Северный морской путь — фронту	52
Н. В. Пушков — Научно-исследовательский институт земного магнетизма в годы Отечественной войны	54
Х. П. Погосян — Из метеорологической летописи военных лет	56
С. И. Кан — Ледовые переправы	58
В. А. Васнецов — Последний рейс «Персея»	60
СИМПОЗИУМЫ, КОНФЕРЕНЦИИ, СЪЕЗДЫ	
Б. В. Комберг — «Скрытая» масса во Вселенной	62
В. А. Бронштэн — Московский пленум Центрального совета ВАГО	65
ДИСКУССИИ, ГИПОТЕЗЫ, ПРЕДЛОЖЕНИЯ	
С. К. Всехсвятский — Кометы — свидетели истории Солнечной системы	70
Г. И. Петров, В. П. Стулов — Новая гипотеза о Тунгусском метеорите	74
АСТРОНОМИЧЕСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ	
И. Д. Ильевский — Своевременность обсуждения будущего курса астрономии	76
А. Юшка — Ближайшее будущее астрономии в школе	77
ЛЮБИТЕЛЬСКАЯ АСТРОНОМИЯ	
В. И. Коваль — «Служба неба» во Дворце пионеров	79
И. И. Неяченко — Большая Медведица	83
В ОТДЕЛЕНИЯХ ВАГО	
А. И. Степанов — Из истории Ленинградского отделения ВАГО	84
КОСМИЧЕСКАЯ ФИЛАТЕЛИЯ	
А. А. Гурштейн — 500-летие Коперника в польской филателии	87
КНИГИ О ЗЕМЛЕ И НЕБЕ	
А. В. Артемьев, В. В. Радзиевский — «Гипотезы о звездах и Вселенной»	90

НОВОСТИ НАУКИ И ДРУГАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Работа космонавтов П. И. Климук и В. И. Севастьянова на станции «Салют-4» [2]; В полете «Венера-9 и -10» [5]; Юбилей академика М. А. Садовского [21]; Присуждение премии имени О. Ю. Шмидта [21]; Новое о Долине Гейзеров [21]; Прогноз землетрясений с помощью... звезд? [22]; Происхождение «Изборожденных земель» [22]; Метеорит Эгвекинт [23]; «Ультрафиолетовый пульсар» [34]; «Физика и Вселенная» [68]; HZ Геркулеса — тройная система! [78]; Новые книги [91]; Встреча с читателями «Земли и Вселенной» [92]; Слышу метеоры! [93]; Послание внеземным цивилизациям [94].

Работа космонавтов П. И. Климук и В. И. Севастьянова на станции «Салют-4»

Программа выполнена

Длительный полет второй экспедиции советских космонавтов на борту долговременной орбитальной научной станции «Салют-4» успешно завершен.

26 июля 1975 года в 17 часов 18 минут московского времени спускаемый аппарат транспортного корабля «Союз-18» с экипажем в составе Героя Советского Союза, летчика-космонавта СССР подполковника Петра Ильича Климук и Героя Советского Союза, летчика-космонавта СССР кандидата технических наук Виталия Ивановича Севастьянова совершил посадку в заданном районе территории Советского Союза в 56 километрах северо-восточнее города Аркалык Казахской ССР.

Осуществлен самый длительный в истории отечественной космонавтики пилотируемый полет комплекса «Салют—Союз», продолжавшийся в течение 63 суток. Экипажем полностью выполнена разнообразная программа научных, технических, медико-биологических исследований и экспериментов. Космонавты доставили на Землю в спускаемом аппарате корабля «Союз-18» обширные материалы с результатами исследований.

[Сообщение ТАСС]

24 мая 1975 года в Советском Союзе был запущен космический корабль «Союз-18», пилотируемый экипажем в составе командира корабля Героя Советского Союза, летчика-космонавта СССР, подполковника Петра Ильича Климук и бортинженера Героя Советского Союза, летчика-космонавта СССР Виталия Ивановича Севастьянова.

П. И. Климук (1942 г. р.) свой первый космический полет совершил в декабре 1973 года в качестве командира корабля «Союз-13». В. И. Севастьянов (1935 г. р.) летал в космос на корабле «Союз-9» в июне 1970 года в качестве бортинженера космического корабля.

«Союз-18» был запущен с целью проведения дальнейших экспериментов с орбитальной станцией «Салют-4», начатых 12 января 1975 года при совместном полете транспортного корабля «Союз-17» и станции «Салют-4» («Земля и Вселенная», № 2, 1975 г., стр. 2—4), а также для отработки отдельных элементов и систем корабля в различных режимах полета.

26 мая 1975 года после успешного сближения, причаливания и стыковки корабля «Союз-18» со станцией «Салют-4», которая с 9 февраля функционировала в автоматическом режиме, космонавты перешли в помещение орбитальной станции, успевшей к этому времени совершить 2379 оборотов вокруг Земли. Работа космонавтов на борту станции началась с подготовки станции к проведению научных исследований. Космонавты проверили системы энергоснабжения, жизнеобеспечения, терморегулирования, пульта научной ап-

паратуры, кино- и фотоаппаратуру, научные приборы и блоки с биологическими объектами. Они также провели эксперименты по лазерной локации станции. Для этого посланные с Земли лазерные импульсы отражались от установленного на станции углового отражателя, а затем четкие отраженные сигналы регистрировались наземной приемной аппаратурой.

28 мая 1975 года космонавты завершили расконсервацию станции и подготовку научной аппаратуры к выполнению программы исследований и экспериментов. Предоставленный им день активного отдыха космонавты использовали для выполнения физических упражнений на велоэргометре и бегущей дорожке, а также для профилактического осмотра отдельных систем станции.

В программу пятого рабочего дня полета входили медицинские эксперименты: исследовались функции кровообращения, проводилось электрокардиографическое обследование, брались пробы крови для последующих лабораторных анализов на Земле. В медицинских экспериментах и исследованиях космонавты использовали многофункциональную измерительную аппаратуру «Полином».

3 июня (десятый рабочий день на борту) с помощью рентгеновского телескопа-спектрометра космонавты исследовали спектральные и временные характеристики рентгеновских источников в Скорпионе и Лебеде, зафиксировав значительные изменения потоков излучения.

Одиннадцатый рабочий день экипажа станции «Салют-4» был посвящен исследованию Солнца. Космонавты



изучали солнечную активность, используя солнечный телескоп со спектрографом и дифракционным спектрометром. Необходимые оперативные рекомендации космонавты получали из Крымской астрофизической обсерватории Академии наук СССР.

К концу второй недели своего функционирования космическая система «Салют-4» — «Союз-18» совершала движение по околоземной орбите с параметрами: расстояние от поверхности Земли в апогее — 356 км, в перигее — 341 км, наклонение орбиты $51^{\circ}6$, период обращения 91,3 минуты.

8 и 9 июня космонавты проводили комплексные исследования поверхности Земли и ее атмосферы, представляющие интерес для решения народнохозяйственных и научных задач. Съемка земной поверхности велась над районами черноземной полосы европейской части Советского Союза, Северного Казахстана, республик Средней Азии, Приморья, Курильских островов. Космонавты использовали разнообразную аппаратуру, позволяющую получать изображения исследуемых образований в различных зонах спектра электро-

магнитного излучения. Выполнялось также исследование физических процессов, протекающих в верхних слоях атмосферы. Необходимая для комплексных исследований ориентация станции обеспечивалась новой навигационной системой «Каскад», экспериментальную отработку которой выполнил первый экипаж станции «Салют-4» (о работе первого экипажа см. статью, опубликованную на стр. 24—28 этого номера журнала).

10 июня космонавты выполняли фотографирование и спектрографирование земной поверхности. Съемка велась над районами Ростовской и Волгоградской областей, Украины, Казахстана и Туркмении. В свой следующий (восемнадцатый) рабочий день космонавты продолжили съемку поверхности Земли, исследуя районы Северного Кавказа, Центрального Казахстана, Памира, острова Сахалина и восточного участка трассы БАМ. В число научных экспериментов были включены исследования динамиче-

Петр Ильич Климук и Виталий Иванович Севастьянов

Фотохроника ТАСС

ских процессов, протекающих в верхних слоях земной атмосферы.

Двадцать первый рабочий день полета был посвящен медицинским экспериментам: изучению функций кровообращения, исследованию дозированной физической нагрузки на велоэргометре, использованию вакуумных костюмов. Регистрировались электрокардиограммы, артериальное давление, скорость распространения пульсовой волны по артериям, ударный и минутный ритмы сердца, показатели механических функций сердца (кинетокardiограмма). Предварительный анализ полученных данных показал, что функция сердечно-сосудистой системы у обоих космонавтов не претерпела существенных изменений по сравнению с предполетным периодом. Космонавты сохраняют хорошее самочувствие и высокую работоспособность.

15—16 июня космонавты выполняли технические эксперименты, работая с новыми системами и приборами, предназначенными для ориентации станции по небесным светилам. Оценивалась точность этих систем и приборов, отрабатывались методы их эксплуатации, изучались возможности

их использования для выполнения научных задач в будущих космических полетах. Проводились навигационные измерения, фотографирование звездного неба и земной поверхности с целью получения данных для разработки новых приборов автономной навигации.

Навигационным и техническим экспериментам уделялось большое внимание и в два последующих рабочих дня космонавтов. Предварительно запланированная программа рабочего дня на 18 июня была изменена в связи с сообщением наземной Службы Солнца, зафиксировавшей появление активной области. Космонавты, подготовив к работе солнечный телескоп и дифракционный спектрометр, получили несколько десятков спектрограмм.

20 июня космонавты отрабатывали средства и методы космической навигации, а также продолжали измерения изотопного и химического состава галактических и солнечных космических лучей.

Следующий день был посвящен исследованиям рентгеновского излучения горячего ядра планетарной туманности в созвездии Лиры. Кроме того, исследовался пульсирующий рентгеновский источник в созвездии Геркулеса.

22 июня космонавты проводили фото- и спектрографирование земной поверхности (районы Украины, Поволжья, Кавказа, Оренбургской области, республик Средней Азии) в интересах решения научных и народнохозяйственных задач.

23 июня выполнялись медицинские эксперименты: полное электрокардиографическое обследование, функциональные исследования с использованием вакуумных костюмов.

25 июня космонавты фотографировали в различных участках спектра районы Украины, Поволжья, Казахстана и Средней Азии. Продолжались и биологические эксперименты: регистрировались особенности развития насекомых, регулировалась работа блока с высшими растениями.

Два последующих дня космонавты продолжали исследования земной поверхности. В интересах науки и на-

родного хозяйства фотографировались районы Приморья, Сахалина и Курильских островов, а также выполнялись отдельные технические эксперименты. Со дня выведения станции «Салют-4» на околоземную орбиту прошло полгода. К 12 часам московского времени 27 июня 1975 года станция совершила 2890 оборотов вокруг Земли. Параметры станции были: удаление от поверхности Земли в апогее 362 км, в перигее 336 км, наклонение орбиты $51^{\circ},6$, период обращения 91,3 минуты.

28 июня космонавты завершили четырехдневный цикл комплексных исследований земной поверхности, охватив фотосъемкой и спектрографированием большую часть территории нашей страны в средних и южных широтах. В заключительный день цикла этих исследований космонавты выполнили съемку отдельных геологоморфологических образований, уделив особое внимание горным районам, морским течениям, шельфам, донным отложениям в районах устьев рек. Ориентация станции обеспечивалась высокоточной навигационной системой «Каскад». Космонавты продолжали исследования различных оптических эффектов в верхних слоях земной атмосферы. Этим завершилась пятая неделя успешного космического полета П. И. Климук и В. И. Севастьянова на орбитальной научной станции «Салют-4».

30 июня космонавты отдыхали, систематизировали результаты исследований предыдущих дней работы, убрали помещения.

1 июля космонавты завершили программу комплексных исследований земной поверхности. Съемка

проводилась над районами Украины, Поволжья, Казахстана и Дальнего Востока. В этот же день экипаж станции «Салют-4» исследовал поляризацию солнечного света, отраженного земной поверхностью и атмосферой. Продолжались исследования характеристик солнечных и галактических космических лучей.

В начале следующего своего рабочего дня космонавты проводили визуальные и фотографические наблюдения серебристых облаков. Затем командир и бортинженер приступили к работе с зеркальным рентгеновским телескопом. Теперь исследовались характеристики рентгеновского излучения одной из цефеид в созвездии Лебеда. Одновременно этот же источник наблюдали с помощью оптических инструментов астрономы, работающие на южной станции Государственного астрономического института имени П. К. Штернберга. Выполняя программу медицинских экспериментов этого дня полета, космонавты исследовали легочную вентиляцию при дозированных физических нагрузках. Подобные эксперименты проводятся с целью определения уровня энергозатрат космонавтов в условиях длительного космического полета. Как и на протяжении всех предшествовавших дней полета, бортовые системы орбитальной станции «Салют-4» функционировали нормально... Петр Ильич Климук и Виталий Иванович Севастьянов чувствовали себя хорошо, успешно выполняя сложную и многогранную программу космического полета.

3 июля П. И. Климук и В. И. Севастьянов продолжили начатые накануне исследования серебристых об-

В полете «Венера-9» и «Венера-10»

лаков. Для проведения экспериментов космонавты, сориентировав станцию над ночной стороной планеты, выполняли спектрографирование и фотосъемку серебристых облаков. Затем они провели аналогичные исследования полярных сияний, наблюдавшихся в районе южного геомагнитного полюса. Перечисленные комплексные исследования физических явлений в верхней атмосфере Земли в практике космических полетов осуществлены впервые.

9 июля в программу работ входили технические эксперименты. Космонавты выполнили серию астронавигационных измерений. Полученные результаты будут использованы при создании новых оптических приборов автономной навигации перспективных космических аппаратов.

13 июля с помощью орбитального солнечного телескопа космонавты проводили исследования двух активных областей в восточной и западной частях солнечного диска. В процессе работы получено несколько десятков спектрограмм этих образований. На этом исследования Солнца, входившие в программу работы второй экспедиции станции «Салют-4», были завершены.

18 июля деятельность космонавтов была посвящена техническим экспериментам. С помощью комплексной установки «Фреон» они провели цикл исследований поведения жидкости в условиях орбитального полета. Результаты экспериментов будут использованы при создании перспективных гидравлических систем космических аппаратов.

20 июля космонавты приступили к консервации и подготовке к возвра-

В соответствии с программой исследования космического пространства и планет Солнечной системы 8 июня 1975 года в Советском Союзе осуществлен запуск автоматической межпланетной станции «Венера-9», а 14 июня 1975 года — запуск станции «Венера-10».

Основная цель запусков станций — продолжение научных исследований планеты Венера и окружающего ее пространства, выполняемых с помощью автоматических аппаратов. В процессе полета станций по трассе Земля — Венера планируется провести исследования физических характеристик межпланетного пространства, в частности измерения характеристик межпланетных магнитных полей, солнечного ветра, ультрафиолетового излучения.

Автоматические станции «Венера-9 и -10» представляют собой новый тип космических аппаратов для исследования планеты Венеры.

Станции были выведены на межпланетные траектории с промежуточных орбит искусственных спутников Земли. По данным баллистических измерений, параметры траекторий обеих станций близки к расчетным. Межпланетные станции должны достигнуть окрестности Венеры в октябре 1975 года.

щению на Землю научной аппаратуры и приборов, работы с помощью которых уже закончены. Пролетая над планетой в районе терминатора, они вновь наблюдали серебристые облака.

22 июля космонавты продолжали заключительные операции по подготовке систем и аппаратуры станции к дальнейшему полету в автоматическом режиме, а также проводили эксперименты по измерению характеристик излучения рентгеновских источников.

24 июля исполнилось два месяца работы на орбите П. И. Климук и В. И. Севастьянова на орбитальной научной станции «Салют-4».

25 июля космонавты завершили операции по переводу станции в автоматический режим полета и подготовку транспортного корабля к возвращению на Землю.

26 июля в 13 часов 56 минут была осуществлена расстыковка транспортного корабля «Союз-18» и станции «Салют-4». В расчетное время была включена тормозная двигательная установка корабля и отделившийся спускаемый аппарат с космонавтами совершил управляемый спуск в атмосфере и мягкую посадку в заданном районе территории Советского Союза.

По материалам сообщений ТАСС



Профессор
А. А. ИЗOTOB

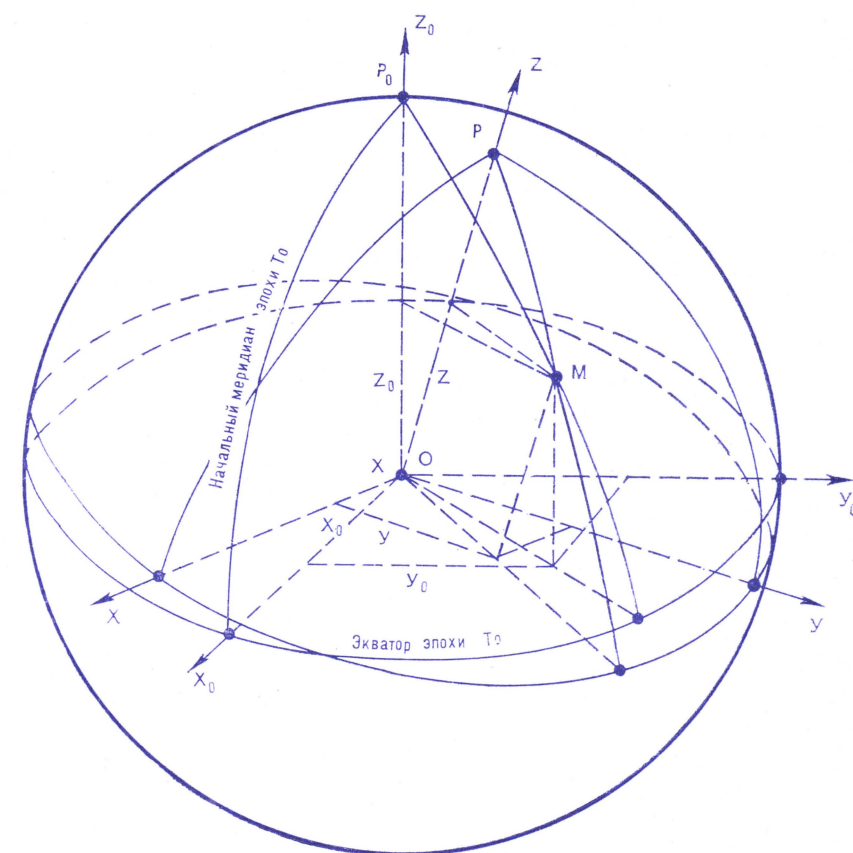
Астрономо-геодезические методы изучения геодинамических проблем

В масштабе истории развития нашей планеты жизнь человека — мгновение. И неудивительно, что современный лик Земли кажется ему застывшим и неподвижным. На самом деле это не так. Предполагают, например, что материки и океаны Земли в прошлом были расположены иначе, чем в настоящее время. А происходит ли движение материков сейчас? Из поисков ответа на этот вопрос возникли различные гипотезы, в том числе гипотеза о движущихся тектонических плитах. Подобные гипотезы еще требуют доказательств. Нужные доказательства могут быть получены астрономо-геодезическими методами.

СУЩНОСТЬ ПРОБЛЕМ

В настоящее время не только геодезия как одна из наук о Земле, но и другие отрасли знаний нуждаются в создании на земной поверхности некоторых опорных пунктов, положения которых были бы определены в единой системе геодезических координат. Начало и главная ось избранной системы координат должны совпадать с центром масс и осью вращения Земли в известную эпоху. Установление же геоцентрической системы координат требует изучения фигуры, размеров и гравитационного поля нашей планеты.

Создание сети опорных пунктов на земной поверхности и определение фигуры, размеров и гравитационного поля Земли — основная проблема гео-



дезии. Эта проблема до недавнего времени решалась только по результатам наземных астрономо-геодезических и гравиметрических работ. Но теперь для ее решения могут быть с большой выгодой использованы и результаты наблюдений за движением искусственных спутников Земли, лазерной локации Луны и т. д.

До сих пор основные научные задачи геодезии решались в предположении, что фигура, размеры и гравитационное поле Земли с течением



Геоцентрическая система пространственных прямоугольных координат, связанная с Землей. Начало O координат $OX_0Y_0Z_0$ совпадает с центром масс Земли, ось OZ_0 совмещена с осью ее вращения OP_0 в эпоху T_0 , а оси OX_0 и OY_0 расположены в плоскости земного экватора той же эпохи. Эта система координат из-за движения полюса и изменений фигуры и гравитационного поля Земли переходит в геоцентрическую же систему координат $OXYZ$.

времени не претерпевают никаких изменений. Однако некоторые геолого-географические соображения и наблюдательные данные приводят к заключению, что это предположение нельзя считать обоснованным. Хотя о деформациях фигуры и изменениях гравитационного поля Земли мы пока знаем очень мало, все же более правильно при решении научных проблем геодезии исходить из допущения, что эти явления существуют.

Изменения фигуры, размеров и гравитационного поля Земли вызывают неустойчивость принятой системы геодезических координат и обесценивают научные и практические результаты астрономо-геодезических и гравиметрических работ. Отсюда возникает сложная задача — изучать колебания системы геодезических координат, связанной с Землей, и приводить ее к некоторой эпохе. Очень важно проследить изменения основных параметров фигуры, размеров и гравитационного поля Земли во времени. Поскольку речь идет о своего рода **геокинематических явлениях**, обусловленных различными геодинамическими процессами, основные научные **проблемы геодезии** непосредственно связаны с проблемами геодинамики.

Какие же геокинематические явления уже изучаются или могут изучаться по астрономо-геодезическим и гравиметрическим данным? Прежде всего, это **вертикальные и горизонтальные движения земной коры**, включая движение материков; **колебания полюса** и изменения скорости вращения Земли. Но изучение этих явлений в жизни планеты Земля должно быть доведено до понимания и

объяснения тех причин, которые их порождают. В этом и состоит решение геодинамических проблем, интересующих астрономов и геодезистов, геологов и геофизиков.

Решение всех этих проблем имело бы большое познавательное значение и дало бы ответы на вопросы о том, что происходит с нашей планетой сегодня и что станет с ней в будущем. Знание закономерностей движений земной коры осветило бы еще неясные вопросы о внутреннем строении Земли, процессах рудообразования и распределения полезных ископаемых в недрах материков и дна морей и океанов.

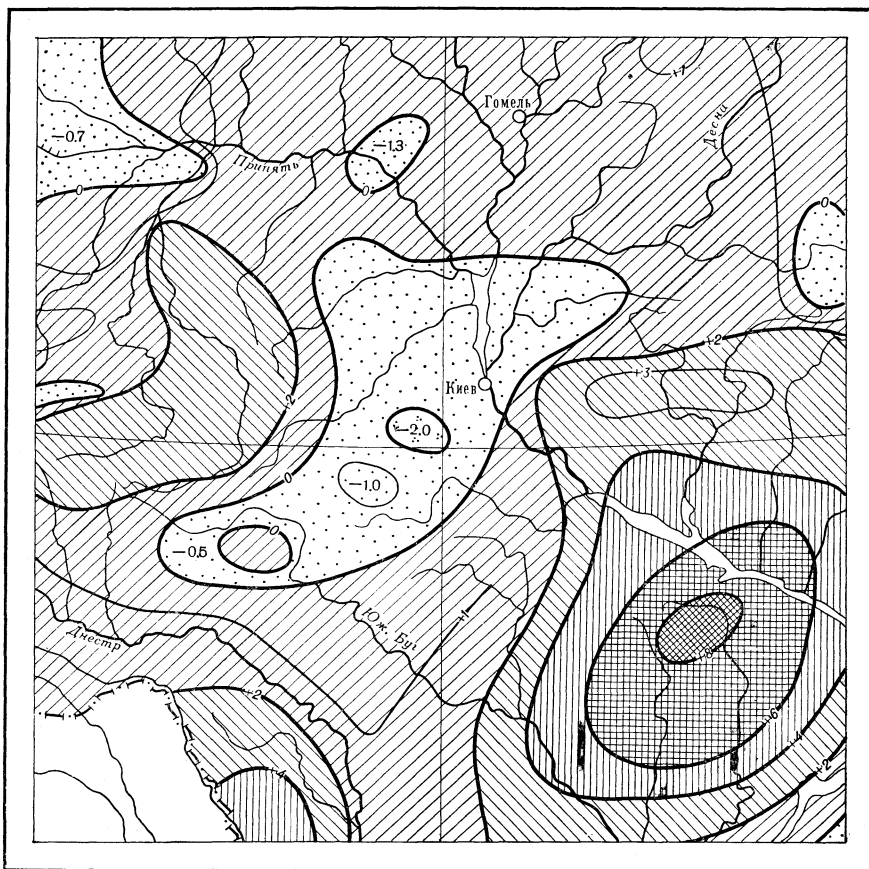
Рассматривая упомянутые геокинематические явления, мы попутно оценим и постановку соответствующих астрономических и геодезических

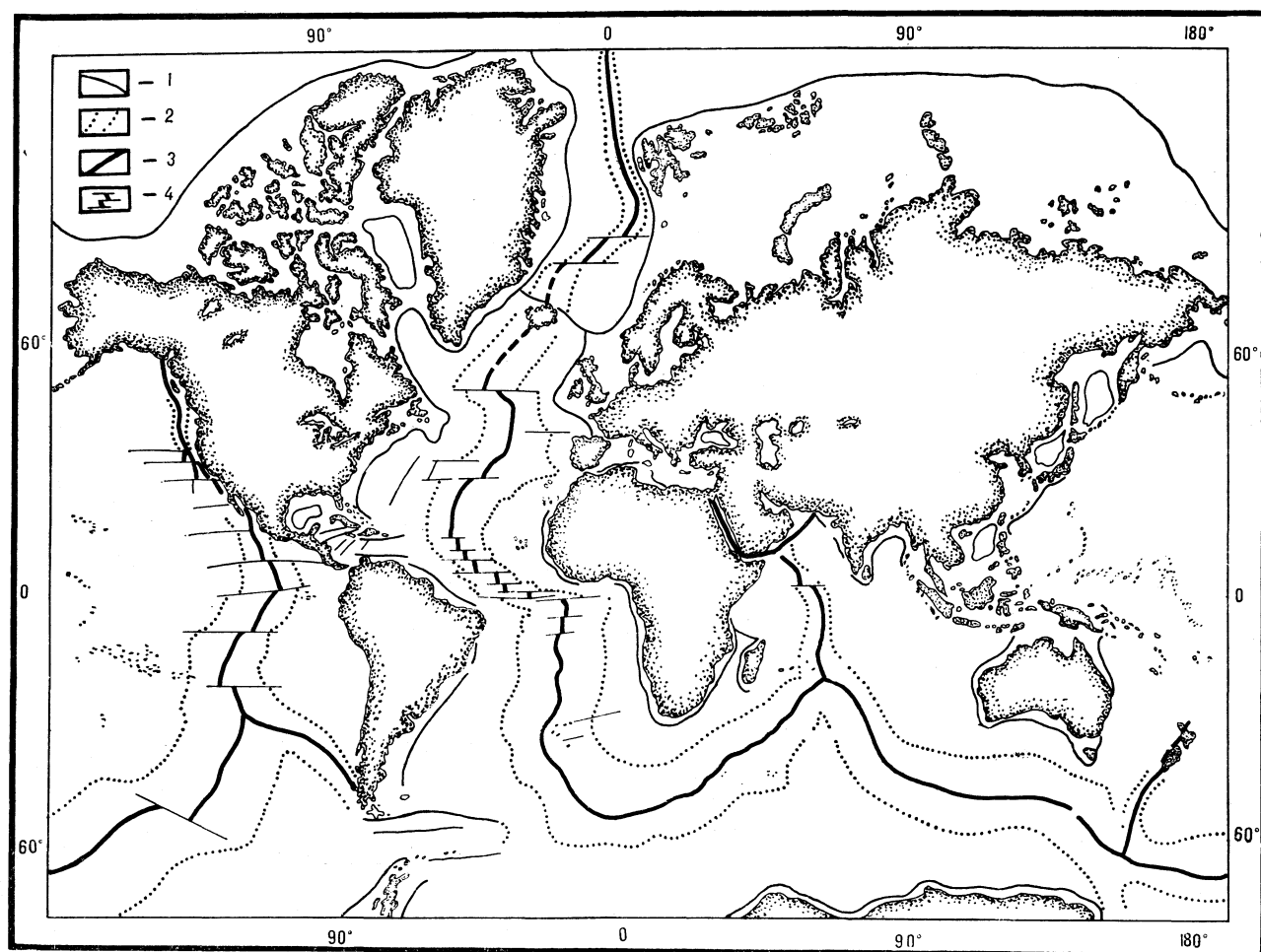
наблюдений, которые проводятся в настоящее время. Это нужно для того, чтобы наметить возможные методы астрономо-геодезических и гравиметрических работ, удовлетворяющих требованиям решения геодинамических проблем.

ОЦЕНКА СОВРЕМЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

В последние годы вертикальные движения земной коры интенсивно исследуются по данным повторных нивелировок. («Земля и Вселенная»,

Фрагмент карты современных вертикальных движений земной коры Восточной Европы. Кривые на карте показывают линии равных годовых скоростей поднятий (+) и опусканий (—) земной поверхности (мм/год)





№ 3, 1973 г., стр. 44—49.—Ред.) Результаты этих исследований показывают, что даже в пределах платформенных геологических структур происходят поднятия и опускания земной поверхности со скоростью 3—5 мм/год. В геотектонически активных районах скорости вертикальных движений иногда превосходят 12—15 мм/год.

Изучение горизонтальных движений земной коры геодезическими методами пока имеет лишь локальный характер. Предназначенные для этой цели повторные геодезические из-

мерения проводятся только в тектонически активных районах. Поэтому о направленности и скорости горизонтальных движений земной коры мы пока знаем очень мало. Бесспорно, что вертикальные и горизонтальные движения земной коры, являясь компонентами ее общей деформации, происходят одновременно, однако изучают их отдельно друг от друга. При этом очень часто даже станции определения тех и других компонентов не совпадают. Вот почему мы не получаем правильных представлений о полных деформациях земной коры. Есть и другой, более важный недостаток изучения вертикальных и горизонтальных движений земной коры. Он состоит в том, что измерения движений земной коры обычно не сопровождаются исследованием воз-

можных изменений гравитационного поля Земли. Изменения же гравитационного поля Земли, обусловленные различными внутренними и внешними причинами, вызывают изменения направлений отвесных линий и деформацию уровенных поверхностей потенциала силы тяжести. Эти факторы способны имитировать горизонтальные и вертикальные движения земной коры. Поэтому результаты исследования движений земной коры без учета возможных изменений силы тяжести во времени могут привести к недостаточно обоснованным научным выводам.

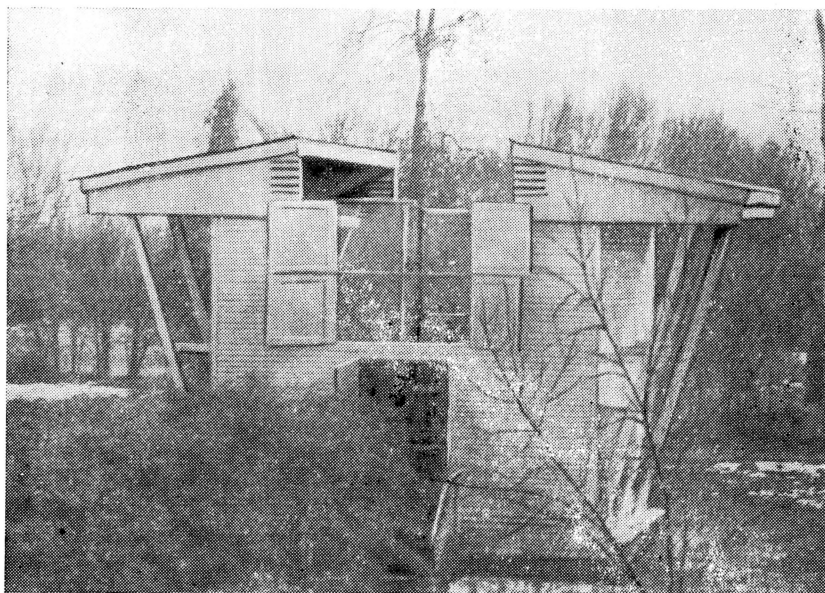
Более 60 лет тому назад возникла гипотеза о горизонтальных движениях материков («Земля и Вселенная», № 5, 1974 г., стр. 20—28.—Ред.). Она тогда же приобрела и сторонников

Мировая сеть рифтовых зон и срединно-океанических хребтов: 1 — границы материковых глыб, 2 — срединно-океанические хребты, 3 — рифтовые зоны, 4 — зоны сдвигов

и противников, породив в современной геологии воззрения о «мобилизме» и «фиксизме». Со времени возникновения этой гипотезы добыто очень много новых геологических фактов как подтверждающих, так и опровергающих ее. Но противоречия между этими фактами свидетельствуют лишь о том, что существуют еще неразгаданные истины, для познания которых необходимы дальнейшие целенаправленные исследования.

Последние десятилетия ознаменовались открытием сети крупных разломов земной коры — срединно-океанических хребтов и рифтовых зон, протянувшихся на десятки тысяч километров и опоясывающих весь земной шар. («Земля и Вселенная», № 5, 1974 г., стр. 28—35.— Ред.) Вдоль этих разломов, а также островных дуг тянутся длинные полосы или зоны резко выраженных гравитационных и магнитных аномалий, которые свидетельствуют о крупных глубинных нарушениях в строении земной коры. Результаты исследований геологического строения дна глубоких частей океанов показали, что земная кора под океанами значительно тоньше и моложе, чем в пределах материков.

Новые геолого-геофизические факты и данные вызвали сильное оживление мобилистских взглядов на строение Земли и даже породили новые геотектонические гипотезы. В настоящее время широкую известность приобрели гипотезы о тектонических плитах земной коры, о расширении океанов и даже о расширяющейся Земле. Каждая из них так или иначе пытается устранить противоречия между различными взглядами на строение и жизнь земной коры.

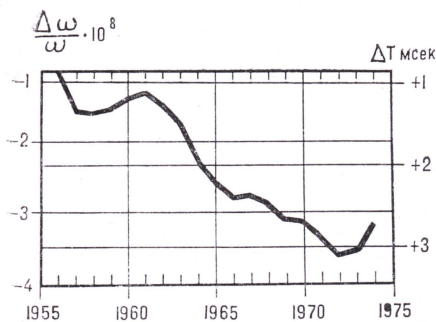
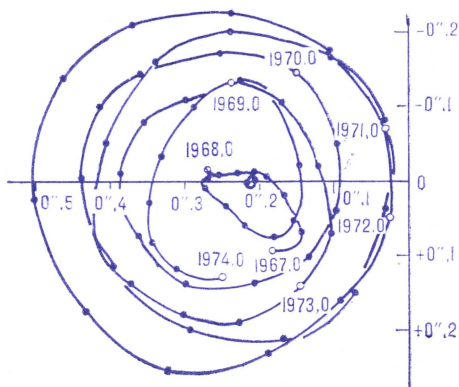


Думается, что на основании только одних геолого-геофизических фактов и данных трудно доказать или опровергнуть гипотезу о движении материков. Эти факты и данные свидетельствуют о жизни земной коры в ее прошлом, но вытекающие из них научные выводы едва ли можно без оговорок распространить на современную эпоху. Современные движения материков могут быть обнаружены только по результатам повторных астрономо-геодезических определений взаимного положения точек разных материков в неизменной единой системе координат. При этом могут быть получены доступные анализу числовые данные о различных геокинематических явлениях и закономер-

ностях их развития в пространстве и времени.

Читатели знакомы с явлением перемещения географического полюса и связанным с этим изменением географических широт и долгот точек земной поверхности. («Земля и Вселенная», № 4, 1975 г., стр. 35—40.— Ред.) Наблюдения за движением географического Северного полюса продолжаются уже около 80 лет. Международная служба движения полюса,

■
Павильон большого зенит-телескопа ЗТЛ-180 Международной широтной станции имени Улугбека в Китабе (Кашка-Дарьинская область УзССР), где ведутся непрерывные наблюдения за изменениями географической широты



под руководством которой ведутся наблюдения за изменениями широт, объединяет пять станций: Мицзуава (долгота $\lambda = +141^\circ$), Китаб ($\lambda = +67^\circ$), Карлофорте ($\lambda = +8^\circ$), Гейтерсберг ($\lambda = -77^\circ$) и Юкайя ($\lambda = -123^\circ$), расположенных на параллели $39^\circ 08'$ с. ш. («Земля и Вселенная», № 5, 1968 г., стр. 61—68.—Ред.) Движение полюса изучается также Международным бюро времени, которое для этой цели использует наблюдения за изменениями широт названных пяти станций и долгот ряда обсерваторий, ведущих службу времени в разных странах. Ре-

Траектория Северного полюса на земной поверхности с 1967 по 1974 год по данным Международного бюро времени (черными точками показано положение полюса на даты, кратные десятым долям года)

Изменения скорости вращения Земли $\Delta\omega$ и продолжительности суток ΔT по отношению к 1900 году (по данным Д. Ю. Белоцерковского)

зультаты наблюдений долгот обсерваторий мировой сети служб времени используются и для изучения изменений скорости вращения Земли.

По данным наблюдений за изменениями географических широт уже выявлены различные составляющие периодического движения полюса, а также с некоторой вероятностью обнаружено и существование векового движения полюса. Например, считается, что Северный полюс Земли движется в направлении Гренландии со скоростью около $0,003$ в год, или 10 см/год.

Результаты многолетних работ мировой сети служб времени указывают на сезонные колебания, а также долгопериодические и даже вековые изменения скорости вращения Земли. («Земля и Вселенная», № 2, 1975 г., стр. 61.—Ред.) Однако эти результаты содержат некоторые противоречия, причины которых еще недостаточно изучены и которые затрудняют их научную интерпретацию. Так, например, материалы наблюдений служб времени Европы и Северной Америки, взятые в отдельности, приводят к различным изменениям скорости вращения Земли. На основании этого факта иногда высказываются соображения о взаимном перемещении Европы и Северной Америки со скоростью около 15 см/год. Такие скорости движения материков все же вызывают серьезные сомнения.

Чтобы выяснить движутся ли материки, в 1926 году были выполнены и в 1933 году повторены мировые долготные определения. Аналогичные работы были проведены третий раз по программе Международного геофизического года (1958—1959). Но ре-

зультаты всех этих работ также оказались противоречивыми и не внесли ясности в изучаемую проблему.

Противоречия результатов повторных определений географических широт и долгот чаще всего объясняют погрешностями астрономических наблюдений. Конечно, в прошлом погрешности наблюдений могли достигать заметных величин и привести к заключению о кажущемся движении полюса, перемещении материков или изменении скорости вращения Земли. Но в настоящее время астрономические наблюдения выполняются достаточно совершенными методами и инструментами, с использованием довольно точных звездных каталогов. Поэтому результаты длинных рядов современных астрономических наблюдений уже имеют достаточно высокую точность. Во всяком случае, их неизбежные погрешности, отнесенные к промежутку времени 10—15 лет, становятся практически очень малыми величинами и не могут служить серьезной помехой в изучении движений материков.

Как известно, определение географической широты точки земной поверхности из астрономических наблюдений состоит в измерении угла между отвесной линией в этой точке и осью вращения Земли в момент наблюдений. Чтобы определить долготу точки, измеряют угол между плоскостями меридиана этой точки и начальным меридианом, от которого отсчитывают долготы и время. Напомним, что под меридианом данной точки следует понимать плоскость, которая проходит через отвесную линию в этой точке и параллельна оси вращения Земли. Широты и долготы в



каждый данный момент их определения характеризуют только направления отвесных линий относительно мгновенных координатных плоскостей Земли в этот момент. Но направления отвесных линий могут с течением времени изменяться вследствие возможных перераспределений масс внутри Земли и на ее поверхности, то есть из-за изменений гравитационного поля Земли. Это обстоятельство вносит дополнительные трудности в научную интерпретацию результатов повторных определений географических широт и долгот.

Как бы то ни было, имея повторные наблюдения только широт и долгот, невозможно делать однозначные или бесспорные заключения ни об одном из геокинематических явлений, не прибегая к каким-нибудь гипотезам в отношении других таких же явлений. Так, например, заключение о вековом движении Северного полюса в направлении Гренландии предполагает, что положения международных широтных станций, то есть блоков земной коры, на которых они расположены, и направления отвесных линий не изменились в течение работы этих станций. Между тем наблюдающиеся изменения широт отдельных широтных станций за некоторые промежутки времени не дают оснований для таких предположений и, скорее, даже свидетельствуют о некоторых перемещениях этих станций или об изменениях направлений отвесных линий.

Изменения гравитационного поля Земли, движения материков и другие аналогичные явления могут происходить одновременно. Все эти явления могут быть вызваны даже одними и

теми же геодинамическими причинами. Поэтому их следует рассматривать и изучать совместно в тесной связи друг с другом. Из этих соображений необходимо исходить и при постановке повторных астрономо-геодезических и гравиметрических работ.

ПРЕДСТОЯЩИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Для изучения геокинематических явлений, о которых идет речь, прежде всего необходимо создать сеть постоянно действующих астрономо-геодезических станций. По-видимому, было бы вполне целесообразно эти станции называть **геодинамическими**, подчеркивая тем самым цели и задачи их деятельности. Основой сети геодинамических станций могут быть широтные станции Международной службы движения полюса и обсерватории национальных служб времени, связанных с Международным бюро времени. Желательно в эту сеть включить и другие существующие или вновь создаваемые обсерватории, чтобы она возможно равномернее охватывала хотя бы некоторый пояс земного шара.

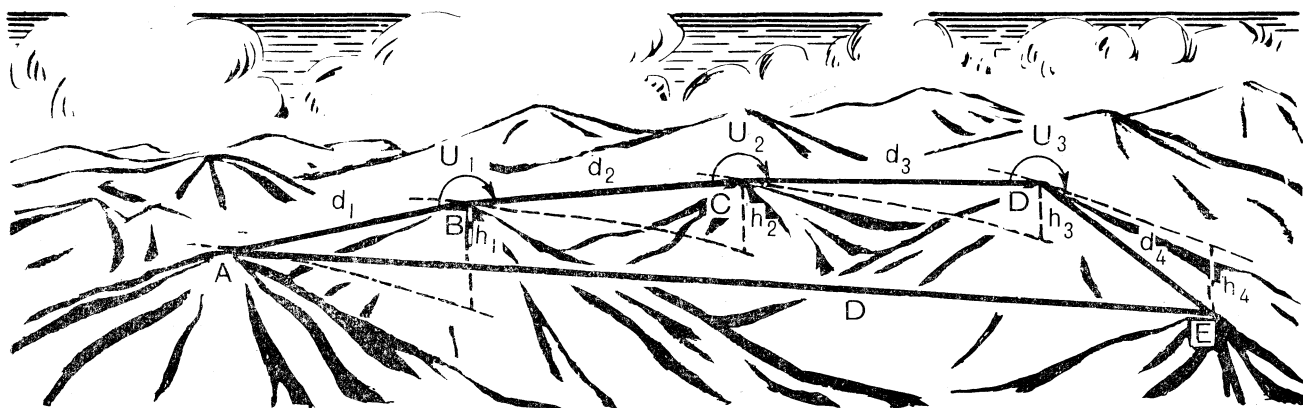
Имея в виду изучение движений полюса, на всех геодинамических станциях следует выполнять регулярные астрономические наблюдения для определения их географических широт и долгот классическими методами. Для этих наблюдений необходимо на всех станциях применять однотипные высокоточные инструменты, например, большие зенит-телескопы, призматические астролябии и пассажные инструменты с фотографической регистрацией прохождения звезд. Кроме того, все геодинамические станции мо-

гут использовать специально составленный для их работ единый высокоточный каталог звездных положений.

Современный опыт работы широтных станций и служб времени показывает, что погрешности определения широт и долгот станций из недельных рядов наблюдений не превышают 0,05 секунды дуги большого круга. Если же для образования эпохи взять годовые ряды наблюдений, то погрешности широт и долгот геодинамических станций составят менее 0",01, или около 0,3 м. Конечно, эти погрешности, отнесенные к промежутку времени в 10—15 лет, вызовут представление о кажущемся смещении станций со скоростью около 2—3 см/год.

Для слежения за изменениями направлений отвесных линий на геодинамических станциях необходимо выполнять периодические высокоточные измерения силы тяжести в пределах некоторого радиуса вокруг каждой станции. К сожалению, заранее трудно предсказать, в пределах какого радиуса вокруг каждой станции и через какие промежутки времени следует периодически измерять силу тяжести. Это во многом зависит от характера изменений местного гравитационного поля с течением времени. Но все же представляется, что гравиметрическую съемку вокруг каждой станции целесообразно повторять в пределах радиуса порядка 100 км через каждые 5—10 лет.

Имеющиеся в настоящее время гравиметрические приборы позволяют измерять величины силы тяжести с погрешностью около 0,05 миллигала. Поэтому изменения направлений отвесных линий на геодинамических



и на станции, ведущие регулярные наблюдения за колебаниями уровня морей и океанов. Результаты повторных нивелировок дали бы возможность судить о вертикальных движениях геодинамических станций и изменениях уровней океанов. Для определения планового положения геодинамических станций можно было бы связать их линиями светодальномерной полигонометрии. Имеющиеся в настоящее время светодальномерные устройства позволяют измерять расстояния с той высокой точностью, с которой известна скорость распространения света в атмосфере. Результаты повторных полигонометрических измерений послужили бы для выяснения горизонтальных перемещений геодинамических станций. Однако упомянутыми классическими методами геодезических измерений невозможно определять взаимные положения геодинамических станций, разделенных морями и океанами. Кроме того, проведение геодезических работ этими методами занимает длительное время и требует очень больших затрат.

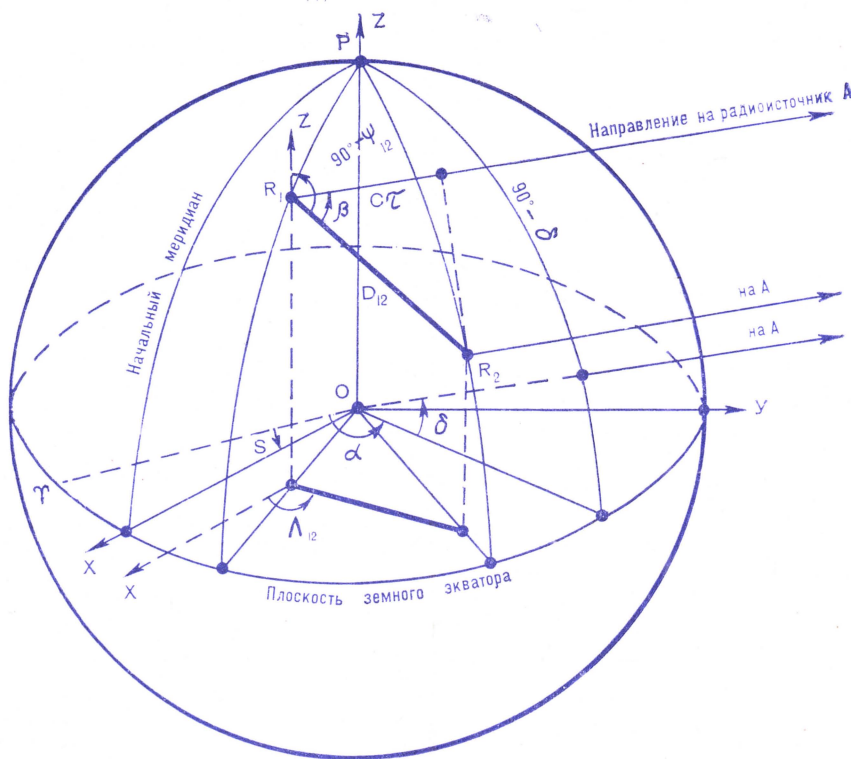
В настоящее время для изучения собственных движений геодинамических станций более удобно и выгодно применять геометрические мето-

Схема светодальномерной полигонометрии. Измерив светодальномером длины (d) линий, соединяющих точки $A, B, \dots, E$, и горизонтальные углы (U) между ними, а также определив разности высот (h) этих точек, можно вычислить длину (D) линии, соединяющей конечные точки A и E полигонометрического хода

ды спутниковой геодезии. («Земля и Вселенная», № 3, 1968 г., стр. 14—23.—Ред.) Для этой цели достаточно на каждых двух смежных станциях производить синхронные измерения расстояний до спутника с помощью лазерного дальномера и синхронные фотографические наблюдения его на фоне звезд. Из обработки этих дальномерных измерений и фотографических наблюдений можно определить длину и пространственные компоненты направления земной хорды, соединяющей две смежные геодинамические станции. При этом весьма важно отметить, что компоненты направления земной хорды получаются непосредственно в мгновенной геоцентрической системе координат. Расчеты показывают, что по синхронным дальномерным измерениям и фотографическим наблюдениям спутника, несущего уголкового отражателя света и запущенного на высоту 4000—5000 км, можно взаимные положения станций наблюдения определять с погрешностью около 1—2 дм. Повторение этих измерений и наблюдений через некоторые промежутки времени, то есть в разные эпохи, позволит определить все три составляющие смещений геодинамических станций в пространственной прямоугольной системе координат, удовлетворяющей условиям геоцентричности. Из сказанного понятно, что все геодинамические станции должны быть оборудованы лазерными дальномерами и фотографическими установками для наблюдений искусственных спутников Земли.

Для решения рассматриваемых за-

дач, особенно для изучения изменений скорости вращения Земли, может быть применен метод длиннобазисной радиоинтерферометрии, разработанный в СССР и США. Этот метод предусматривает синхронный прием сигналов одного и того же внегалактического объекта с помощью двух радиотелескопов, удаленных друг от друга на большое расстояние. («Земля и Вселенная», № 1, 1971 г., стр. 36—44.—Ред.) Так как в настоящее время уже имеются эталоны частоты с очень высокой фазовой стабильностью, то точность этого метода зависит только от влияния условий распространения радиосигналов вблизи радиотелескопов. Но связанные с этими условиями погрешности метода можно сильно ослабить путем приема радиосигналов на нескольких возможно более высоких и различающихся друг от друга частотах и изучения метеорологической обстановки вблизи используемых радиотелескопов в моменты наблюдений. Теоретические расчеты и имеющийся опыт приводят к заключению, что из наблюдений длиннобазисным радиоинтерферометром в течение нескольких дней можно расстояние между радиотелескопами определять с погрешностью всего лишь около 10 см. Результаты наблюдений с помощью радиоинтерферометров позволяют определять колебания длительности суток с погрешностью не более 0,5 мсек, то есть на порядок точнее, чем классическими методами астрономических наблюдений. Поэтому метод длиннобазисной радиоинтерферометрии в настоящее время можно считать наи-



более точным методом изучения различных вариаций скорости вращения Земли.

ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНЫЕ ЗАМЕЧАНИЯ

Мы рассмотрели современные возможности решения геодинимических проблем астрономо-геодезическими и гравиметрическими методами. При

Применение длинноразностного радиointерферометра. Радиотелескопы R_1 и R_2 , находящиеся на расстоянии D_{12} по земной хорде, одновременно принимают сигналы от одного и того же радиосточника A и записывают их магнитофоном по независимой, но строго согласованной шкале времени. Сравнивая записи радиосигналов, по разности их фаз определяют время запаздывания τ их прихода к станции R_1 относительно станции R_2 и по скорости света находят величину ct . Принимая сигналы одного и того же радиосточника в три различных момента гриничского звездного времени S или сигналы трех различных радиосточников, определяют длину хорды D_{12} и ее направления ψ_{12} и λ_{12} относительно координатных осей

правильном применении эти методы могут дать очень ценные результаты для решения названных проблем в отдельной и совместной постановке. Так, например, можно надеяться, что астрономо-геодезические измерения, выполненные в две эпохи, отстоящие на 10—15 лет, позволят обнаружить смещение материков, если скорость их движения составляет 1—2 см/год и более. Но в связи с быстрым развитием науки и техники точность астрономо-геодезических методов продолжает непрерывно возрастать, так что в будущем они позволят обнаружить геокинематические явления, протекающие и с малыми скоростями. Поэтому необходимо в самое ближайшее время приступить к выполнению астрономо-геодезических измерений и наблюдений, предназначенных для решения рассматриваемых геодинимических проблем.

Результаты решения глобальных геодинимических проблем станут основой изучения вертикальных и горизонтальных движений земной коры локального и регионального характера. Конечно, для этой цели можно ис-

пользовать те же классические методы геодезических измерений, которые применяются в настоящее время. Однако необходимо особо отметить, что эти измерения следует дополнить определениями силы тяжести. Кроме того, для изучения вертикальных и горизонтальных движений земной коры регионального характера целесообразно привлекать наблюдения искусственных спутников Земли.

В постановке работ для разрешения глобальных геодинимических проблем возникает много организационных и технических вопросов. В частности, вопрос о разработке проекта создания сети геодинимических станций. Выбор наилучших методов и программ астрономо-геодезических и гравиметрических работ на этих станциях также требует специальных исследований. Все эти задачи должны быть решены коллективными усилиями астрономов и геодезистов, геологов и геофизиков, чтобы уже в самое ближайшее время начать необходимые наблюдения и исследования. Это единственный путь перехода от гипотез к подтвержденным фактам, от фактов к бесспорным научным выводам о строении и развитии нашей планеты.

•



Межзвездные мазеры и «антимазеры» — тепловые машины Космоса

КОСМИЧЕСКИЕ МАЗЕРЫ

Если бы мы обладали фантастической способностью перестраивать свое зрение с волн видимого света на другие диапазоны электромагнитных волн, то, взглянув на небо, были бы поражены тем, насколько оно не похоже в инфракрасных или в радиолучах на привычное нам звездное небо. Один из сюрпризов ждал бы нас в области коротких радиоволн: «настроившись» на волны 1,35 см или 18 см, мы увидели бы, как на небе вспыхнули десятки чрезвычайно ярких точек, превосходящих по блеску все остальные радиоисточники. Присмотревшись к этим светящимся точкам внимательнее, мы вскоре обнаружили бы, что многие из них периодически меняют свою яркость, то разгораясь, то угасая...

Столь удивительные источники наблюдаются, как правило, в направлении крупных облаков межзвездного газа. Надежно установлено, что космическое радиоизлучение на волне 18 см принадлежит молекулам гидроксила (ОН), а на волне 1,35 см — молекулам водяного пара (H_2O). По межзвездным масштабам газовые конденсации, излучающие в радиолучах ОН и H_2O , очень малы. Они имеют скорее «межпланетные» размеры — порядка нескольких астрономических единиц. («Земля и Вселенная», № 5, 1972 г., стр. 27.— Ред.) В то же время, светимости этих источников очень велики. Некоторые облака H_2O , например, излучают на волне 1,35 см столько же энергии, сколько испускает Солнце во всем диапазоне электромагнитных волн! Таким огромным светимостям при относительно скром-

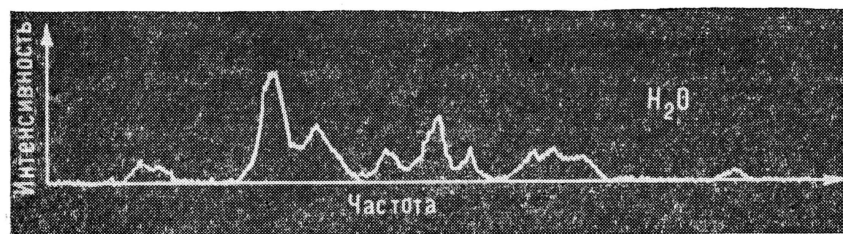
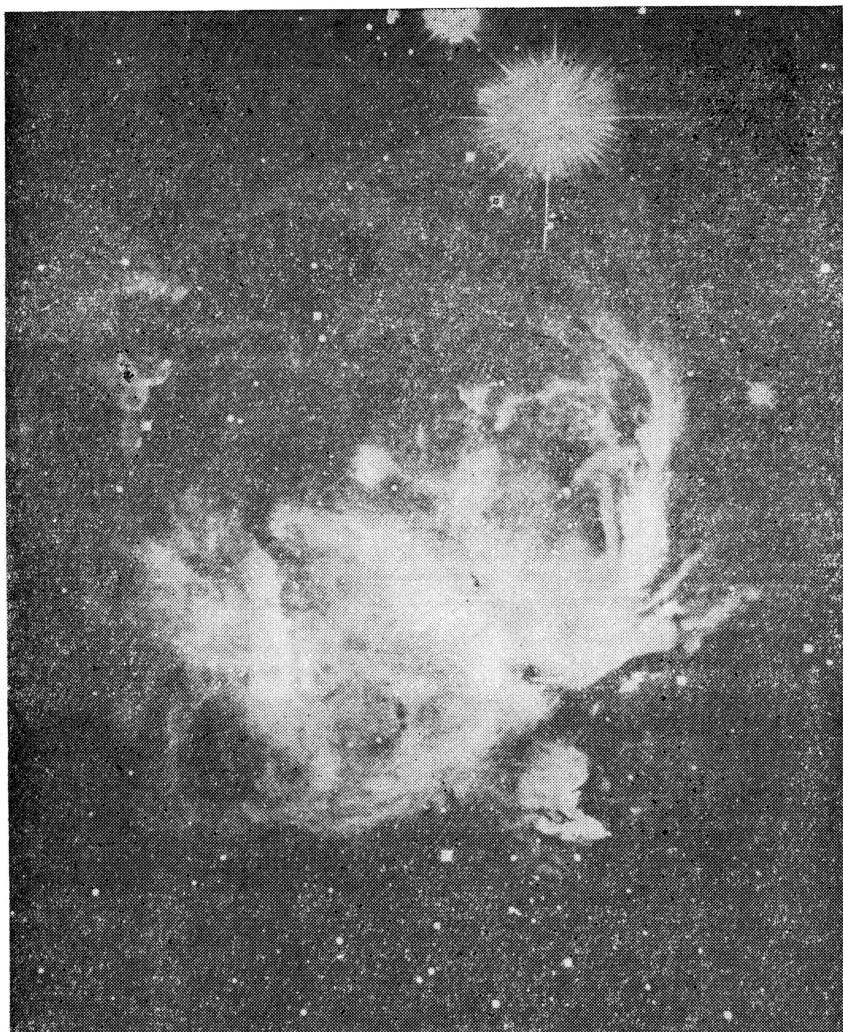
В Космосе работают свои «тепловые машины», которые либо генерируют мощное радиоизлучение молекул, либо заставляют молекулы интенсивно поглощать радиоволны.

ных размерах соответствуют колоссальные поверхностные яркости. Нагретое тело могло бы излучать на волне 1,35 см столько же энергии с каждого квадратного сантиметра поверхности, если бы его температура достигла миллиона миллиардов (10^{15}) градусов. В космических газовых облаках температура, разумеется, не может быть так высока, хотя бы потому, что молекулы разрушаются уже при температуре в несколько тысяч градусов. Значит, космическое радиоизлучение молекул ОН и H_2O обусловлено действием какого-то нетеплового процесса. Огромная яркость наблюдаемого излучения, его неустойчивый характер и некоторые другие особенности довольно сильно напоминают свойства излучения, которое получают в лаборатории с помощью мазеров — усилителей и генераторов радиоволн, созданных около 20 лет тому назад. Это сходство натолкнуло исследователей на мысль о том, что в космических газовых облаках, содержащих молекулы ОН и H_2O , реализуется **природный мазер**.

Открытие естественных космических мазеров взволновало астрономов и всех людей, интересующихся наукой, пожалуй, не меньше, чем открытие квазаров и пульсаров. Поразительны необычность и грандиозность процессов, приводящих к столь мощному узкополосному радиоизлучению. Вдо-

бавок, по всем признакам космические мазерные источники непосредственно связаны с областями, где в настоящее время происходит рождение звезд и планетных систем. С этими чисто астрономическими аспектами проблемы мазерных источников читатель может познакомиться в статье И. С. Шкловского «Проблема «мистериума»» («Земля и Вселенная», № 6, 1966 г., стр. 9—14 и № 1, 1967 г., стр. 32—38.— Ред.) или в брошюре автора «Межзвездные молекулы» («Знание», 1974 г.). Здесь мы сосредоточим свое внимание на физических принципах мазерного усиления и на особенностях их реализации в космических условиях. Чтобы разобратся в том, как действует мазер, нам придется рассмотреть некоторые результаты теории, описывающей энергетическое поведение газа (для краткости любые частицы газа в дальнейшем будем называть «молекулами»).

Если газ достаточно плотен и непрозрачен, он приходит в состояние, близкое к термодинамическому равновесию. Из всех возможных состояний термодинамическое равновесие самое простое, так как в этом состоянии все свойства газа (характер его излучения, скорости хаотического движения частиц и т. д.) описываются одним параметром — температурой. Строгое термодинамическое равновесие возможно лишь для «абсолютно черного» вещества, которое полностью поглощает и перерабатывает всякое падающее на него излучение. Однако в атмосферах планет и звезд газ оказывается достаточно плотным и непрозрачным, чтобы его можно было считать термодинамически рав-



Газовая туманность в созвездии Ориона. Здесь находится один из самых мощных источников излучения паров воды

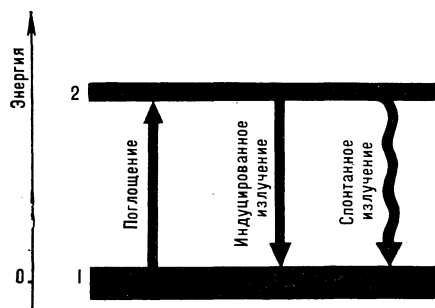
Спектр лазерного излучения паров воды, наблюдаемый в направлении туманности Ориона

новесным. Напротив, в сильно разреженном межзвездном газе или в атмосферах комет условия очень далеки от термодинамического равновесия. Понятием температуры часто пользуются и в случае неравновесного газа, чтобы представить какую-либо сторону его энергетического со-

стояния. Например, средняя скорость хаотического движения молекул характеризуется **кинетической** температурой, интенсивностью излучения газа на заданной частоте — **яркостной** температурой излучения и т. п. В неравновесном газе все эти «температуры» могут быть разными.

Мазерный эффект возникает в газе, приведенном в крайне неравновесное состояние. Этот эффект основан на явлении **индуцированного излучения**. В соответствии с законами квантовой механики, излучение или поглощение электромагнитной энергии молекулой происходит отдельными порциями (квантами) при переходах между дозволенными энергетическими состояниями (уровнями энергии). Переходя с высокого уровня на низкий, молекула испускает квант излучения определенной частоты, при обратном переходе квант поглощается. Оказавшись почему-либо на высоком энергетическом уровне, молекула спустя определенное время спонтанно (самопроизвольно) «разряжается» — переходит на один из нижерасположенных уровней, излучив квант энергии. Но молекула может «разрядиться» иначе: квант с частотой, соответствующей данному переходу, может «вынудить» молекулу перейти с верхнего уровня на нижний. Это и будет индуцированное излучение. Важно, что излученный («индуцированный») квант имеет точно такую же частоту и летит в том же направлении, что и «индуцирующий» квант.

Вероятность того, что молекула, поглотив квант, перейдет с нижнего уровня на верхний, равна вероятности индуцированного перехода для молекулы, расположенной на верх-



нем уровне. Однако в обычных условиях, близких к термодинамическому равновесию, на нижнем уровне любого перехода молекул больше, чем на верхнем, а значит, квант с частотой данного перехода, влетевший в облако молекул извне, имеет больше шансов быть поглощенным, чем вызвать индуцированное излучение. Иными словами, попадающее в облако излучение на частоте молекулярного перехода должно там частично поглотиться. Индуцированные переходы лишь несколько ослабят величину полного поглощения, и, естественно, тем сильнее, чем больше «заселен» молекулами верхний уровень по сравнению с нижним.

Ну, а если каким-нибудь способом «обратить» равновесное соотношение заселенностей, сделать так, чтобы на верхнем уровне молекул оказалось больше, чем на нижнем? Тогда индуцированные переходы под действием внешнего излучения будут происходить чаще, чем переходы с поглощением, поток квантов начнет быстро множиться, то есть интенсивность входящего в облако излучения будет теперь уже не уменьшаться, а наоборот, возрастать. Это и есть мазерное усиление. Необходимое для его появления условие — большая заселенность верхнего уровня по сравнению с нижним — называется **инверсией** (обращением) заселенностей. Если в облаке молекул возникла инверсия заселенностей, оно становится мазерным усилителем и в отсутствие внешнего излучения. Роль «затравки» играют в этом случае кванты, испускаемые при спонтанных переходах самих рабочих молекул.

Поскольку в работающем мазе-

ре индуцированное излучение непрерывно «сбрасывает» молекулы с верхнего уровня на нижний, инверсия заселенностей может поддерживаться только за счет некоторого процесса, эффективно пополняющего заселенность верхнего уровня. Такой процесс называют **накачкой** мазера. Со времени открытия космических мазерных источников было предложено несколько механизмов накачки, которые могли бы действовать в межзвездных облаках. Если отвлечься от деталей, суть их всех сводится к следующему. Агент накачки — например, излучение, падающее на молекулярное облако извне, или сталкивающиеся с молекулами частицы газа — постоянно переводит молекулы с низких энергетических уровней на более высокие, после чего происходит спонтанная «разрядка». Если вероятности переходов таковы, что на верхний «мазерный» уровень молекулы спускаются значительно чаще, чем на нижний, может возникнуть инверсия заселенностей и заработает мазер.

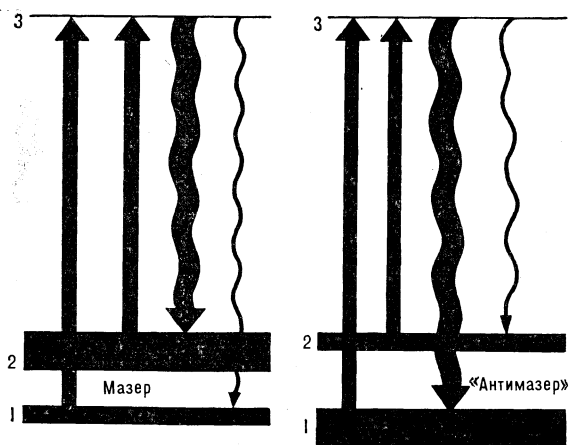
«АНТИМАЗЕРЫ»

Явление, в некотором смысле противоположное инверсии заселенностей, было обнаружено благодаря открытию межзвездной радиолинии формальдегида (H_2CO) с длиной волны 6,2 см. Замечательная особенность этой линии состоит в том, что она

Возможные переходы между двумя энергетическими уровнями молекулы. Прямые стрелками показаны вынужденные (индуцированные) переходы, волнистой — самопроизвольный (спонтанный) переход

почти никогда не наблюдается в излучении. Даже если за облаком H_2CO нет никаких радиоисточников с непрерывным спектром, линия 6,2 см наблюдается в **поглощении**. Какое же излучение поглощают в таком случае молекулы формальдегида? Это может быть только общий космический ради фон, открытый в 1965 году. («Земля и Вселенная», № 3, 1969 г., стр. 4—11.—Ред.) Распределение энергии в спектре космического ради фона близко к тому, какое должно иметь «черное тело», нагретое до температуры 2,7 К. Многие ученые считают, что это излучение досталось нам в наследство от ранних этапов развития Вселенной, поэтому его часто называют «реликтовым» (остаточным).

Что известно о физическом состоянии молекул, которые оставляют в спектре 2,7-градусного фона линии поглощения? Мы уже знаем, что соотношение между числом переходов с поглощением (переходы с нижнего уровня на верхний) и числом переходов со спонтанным и индуцированным излучением (переходы с верхнего уровня на нижний) определяется отношением заселенностей уровней. Это соотношение описывают с помощью еще одной «температуры» — температуры **возбуждения** перехода. Чем больше заселенность верхнего уровня по сравнению с заселенностью нижнего, тем выше температура возбуждения. Температура возбуждения — очень удобный параметр, потому что, зная его, можно сразу сказать, как будут вести себя молекулы по отношению к падающему на них излучению на частоте данного перехода. Если температура воз-



буждения ниже яркостной температуры фонового излучения, молекулы вырежут в его спектре линию поглощения; если температура возбуждения выше температуры фона, над его спектром появится линия излучения; при равных температурах спектр фона останется без изменений (в последнем случае говорят, что молекулы находятся в равновесии с фоновым излучением). Теперь нетрудно ответить и на поставленный выше во-

Схема накачки космического мазера. Внешнее излучение или столкновения переводят молекулы с нижних энергетических уровней 1 и 2 на верхний 3. С уровня 3 молекула может самопроизвольно перейти на уровни 1 и 2. Если вероятность перехода с 3 на 2 выше, чем с 3 на 1, на уровне 2 может накопиться больше молекул, чем на уровне 1. Тогда индуцированное излучение начнет преобладать над поглощением и число квантов частотой 2—1 будет расти

Схема накачки «антимазера». Под воздействием внешнего излучения или столкновений молекулы с уровней 1 и 2 переходят на уровень 3. Если вероятность спонтанного возвращения на уровень 1 выше, чем на уровень 2, уровень 1 оказывается сильно «перенаселенным» и молекулярное облако начнет активно поглощать всякое внешнее излучение на частоте 1—2

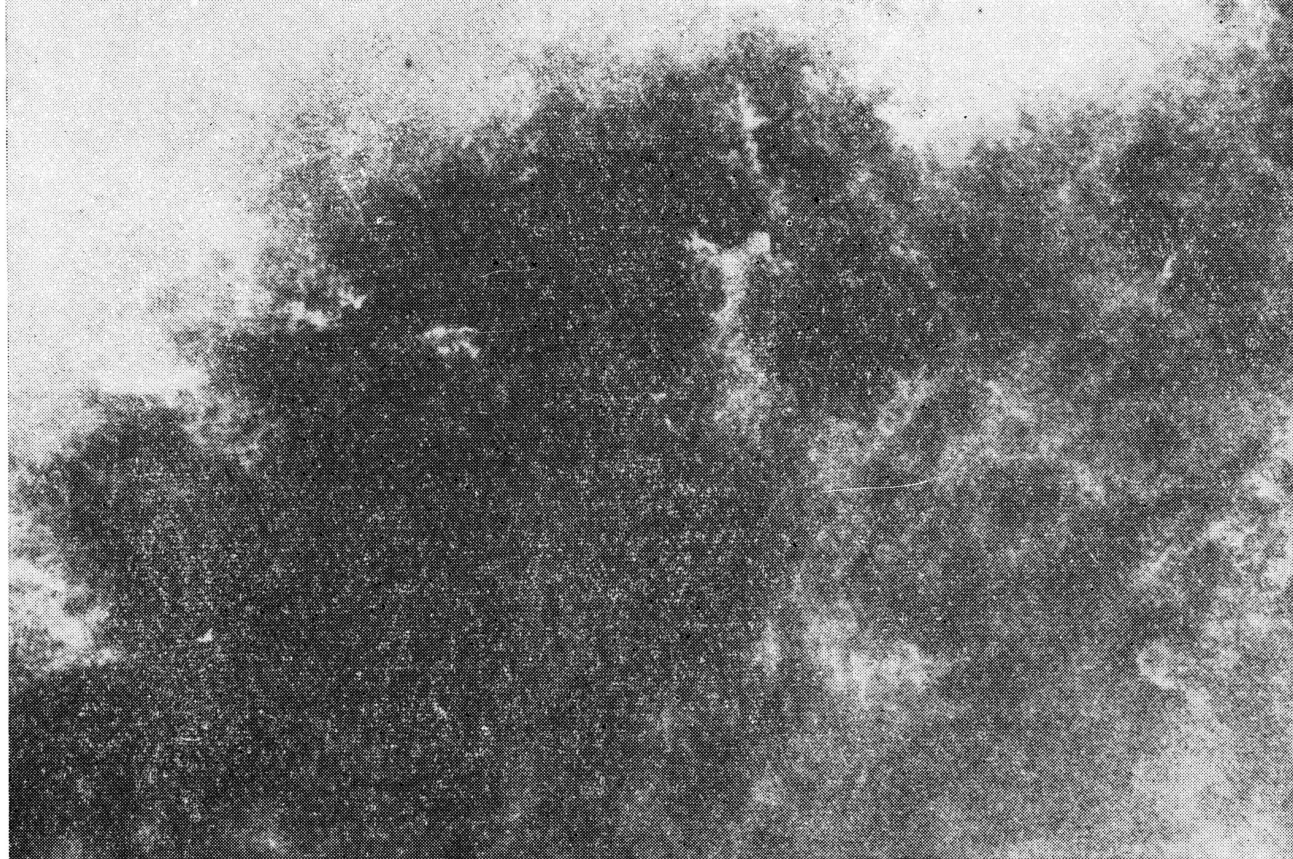
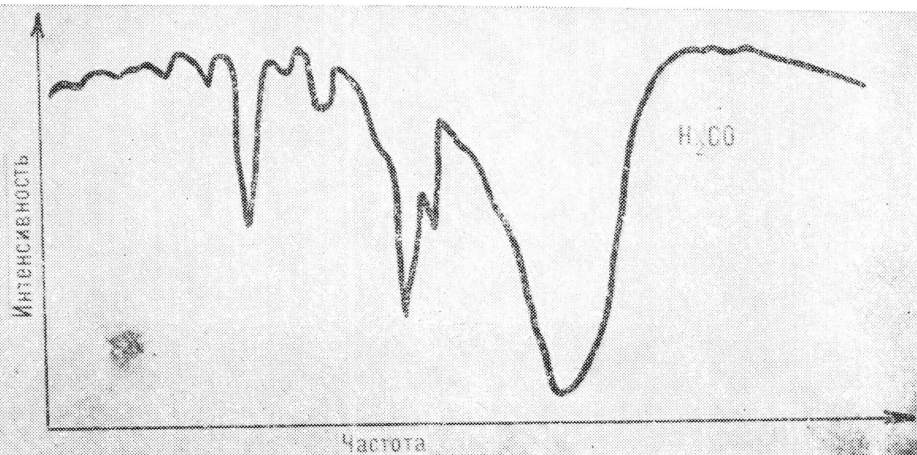
прос. Если облако межзвездных молекул вырезает в спектре 2,7-градусного фона линию поглощения, это означает, что температура возбуждения соответствующего молекулярного перехода в облаке меньше 2,7 К. Такой вывод довольно неожидан, и вот почему.

Заселенности молекулярных уровней, а значит, и температуры возбуждения переходов в космических облаках определяются в основном двумя процессами: возбуждением молекул при столкновениях с частицами окружающего газа и их возбуждением в результате поглощения различных видов излучения (вдали от мощных источников излучения — звезд, «прото звезд», ударных волн и т. п. — это, главным образом, реликтовый фон). Если преобладает какой-нибудь возбуждающий агент, он начинает «контролировать» заселенности уровней. Тогда температуры возбуждения переходов приближаются к температуре этого возбуждающего агента. В частности, когда заселенности уровней оказываются под контролем столкновений, температуры возбуждения переходов должны быть близки к кинетической температуре газа. Астрономические наблюдения свидетельствуют о том, что кинетическая температура в межзвездных облаках, содержащих молекулы, не бывает ниже 5° К и, как правило, составляет 10—100° К. Таким образом, мы приходим

к любопытному выводу: те радиопереходы, которые наблюдаются в поглощении на фоне реликтового излучения, должны быть «холоднее» основных возбуждающих агентов — и газа, окружающего молекулы, и реликтового излучения.

Столь низкая температура возбуждения соответствует «перенаселенности» нижнего уровня перехода и может возникнуть лишь при условии, что некоторый процесс накачки непрерывно пополняет заселенность нижнего уровня в ущерб заселенности верхнего. По аналогии с инверсией заселенностей в космических мазерах это явление стали называть «антиинверсией» или «антимазерным эффектом». Оба названия прижились, хотя они и не вполне удачны. В самом деле, между инверсией заселенностей и «антиинверсией» существует принципиальная разница. Инверсия наступает в совершенно определенный момент (как только заселенность верхнего уровня хоть чуть-чуть превысит заселенность нижнего) и сопровождается качественно новым эффектом — мазерным усилением. «Антиинверсия» не связана с таким фундаментальным скачком, она просто означает, что по какой-то причине температура возбуждения перехода стала ниже кинетической температуры газа и температуры реликтового фона. Все это показывает, с какой осторожностью нужно относиться к прижившимся названиям явлений. Никогда не следует понимать их слишком буквально, не разобравшись в сути дела (вспомните «лошадиную силу» или «силу тока»).

Мы установили, в чем состоит принципиальное различие между явления-



Спектр межзвездного поглощения формальдегида, зарегистрированный в направлении на центр нашей Галактики

Область Млечного Пути в направлении на центр Галактики. Само

галактическое ядро скрыто от нас мощной пылевой «завесой», которая, однако, прозрачна для инфракрасного излучения и радиоволн. В окрестностях ядра расположен сильный источник молекулярных радиолиний, в частности, линий гидроксила и паров воды



ми инверсии и «антиинверсии». Однако здесь нас больше будет интересовать как раз то общее, что между ними имеется: в обоих случаях молекулы не находятся в равновесии ни с одной из двух «тепловых ванн», в которые они погружены, — ни с реликтовым фоном, ни с окружающим газом. Какой-то механизм постоянно «перекачивает» молекулы в случае инверсии с нижнего уровня наблюдаемого перехода на верхний, а в случае «антиинверсии», наоборот, с верхнего уровня на нижний. Аналогия между неравновесными процессами, происходящими в космических мазерах и «антимазерах», становится особенно ясной, если проанализировать их работу с позиций термодинамики — науки об общих законах превращения энергии.

ТЕПЛОВЫЕ МАШИНЫ НА ЗЕМЛЕ И В КОСМОСЕ

Термодинамика возникла как «почтовый продукт» простой инженерной задачи — построить наиболее экономичный тепловой двигатель. Однако законы термодинамики основаны на огромном практическом опыте человека и носят весьма общий характер. Два основных закона термодинамики гласят:

1. Невозможно построить двигатель, который совершал бы работу, большую подводимой к нему извне энергии;

2. Нельзя осуществить такой процесс, единственным результатом которого явилось бы совершение работы, эквивалентной количеству теплоты, полученной от нагревателя;

или:

Невозможен процесс, единственным результатом которого является передача тепла от холодного тела к горячему.

Нетрудно видеть, что первый закон — это просто закон сохранения энергии. Второй закон в первой формулировке равносильно утверждению, что коэффициент полезного действия любой машины, превращающей «тепло» в «работу», меньше единицы; вторая формулировка указывает, что для осуществления холодильной установки, в которой тепло непрерывно отбирается от охлаждаемых тел и передается более теплым окружающим телам, необходимо затрачивать определенную энергию.

В космических мазерах и «антимазерах» механизмы накачки действуют, как тепловые машины, причем аналогом мазера является двигатель, аналогом «антимазера» — холодильная установка (см. рисунки на стр. 18). В самом деле, в тепловом двигателе некоторое «рабочее тело» (например, пар) получает энергию от теплоотдатчика и, изменяясь под действием приобретенного тепла, совершает работу (например, расширяясь, толкает поршень). При этом, в соответствии со вторым законом термодинамики, часть полученной энергии обязательно отдается «просто так» окружающим телам — теплоприемнику. Те же основные элементы мы находим и в космическом мазере: роль «рабочего тела» исполняют молекулы, роль теплоотдатчика — агент накачки, роль теплоприемника — поле излучения, постоянно пополняемое квантами определенной энергии. Поглощая энергию в виде квантов 1—3 от теплоот-

датчика молекулы, некоторую ее часть «перерабатывают» в мазерное излучение (2—1), отдавая остальную часть (3—2) теплоприемнику. То, что энергия 2—1 идет не на совершение механической работы, а на генерацию высокотемпературного излучения, принципиального значения не имеет.

В холодильной установке для поддержания низкой температуры охлаждаемого объема (более низкой, чем температура окружающих тел) внешние источники энергии должны совершать работу над «рабочим телом». Такую работу производит, например, электрический насос, заставляющий газ в змеевике холодильника расширяться и охлаждаться. Аналогично в космическом «антимазере»: определенный радиопереход молекул все время поддерживается при температуре, более низкой, чем температура «окружающей среды» (реликтовый фон и газ, окружающий молекулы). В соответствии со вторым законом термодинамики, для этого требуется затрата энергии в некотором «компенсирующем» процессе. Таким процессом и оказывается механизм накачки «антимазера». Налицо «холодильная установка»: рабочее тело — молекулы, источник энергии — агент накачки, теплоприемник — поле излучения, постоянно пополняемое квантами 3—1 (см. рисунки на стр. 18).

Итак, на примере космических мазеров и «антимазеров» мы еще раз убеждаемся в универсальности законов термодинамики. Эти законы выполняются на Солнце, в звездах и в межзвездном газе так же неукоснительно, как в автомобиле или в домашнем холодильнике.



ЮБИЛЕЙ АКАДЕМИКА М. А. САДОВСКОГО



изучением теплового, гравиметрического, магнитного и электромагнитного полей планеты, спланированы и развернуты эффективные работы по прогнозу времени и места землетрясений, ведутся широкие исследования территорий строительства гидросооружений в сейсмоактивных районах страны, конструируется и производится специальная геофизическая аппаратура.

М. А. Садовским воспитано много молодых специалистов.

«Вестник АН СССР», 2, 1975.

ПРИСУЖДЕНИЕ ПРЕМИИ ИМЕНИ О. Ю. ШМИДТА

Президиум Академии наук СССР присудил премию имени О. Ю. Шмидта 1974 года в размере 2000 рублей доктору физико-математических наук Виктору Сергеевичу Сафронову (Институт физики Земли имени О. Ю. Шмидта АН СССР) за работу «Эволюция допланетного облака и образование Земли и планет» («Наука», 1969 г.).

В книге изложена разработанная в Институте физики Земли теория формирования планет в околосолнечном газово-пылевом облаке, возникшем одновременно с Солнцем. Исследуются затухания беспорядочных турбулентных движений в облаке и возникновение плоского пылевого слоя в его центральной плоскости. Обобщен критерий гравитационной неустойчивости на случай уплотненных систем с дифференциальным вращением и определены условия распада слоя на множество пылевых сгущений. Показано, как слияние сгущений приводит к образованию твердых тел.

Развивая космогонические идеи О. Ю. Шмидта, автор исследует динамику роя допланетных тел, находит их основные характеристики (относительные скорости, распределение по массам, наибольшие раз-

меры) и разрабатывает теорию аккумуляции планет из этих тел. Оценены время формирования Земли (10^8 лет) и ее начальная температура, имеющая максимум примерно 1500°K на глубине около 500 км от поверхности. Выяснено, что падение крупных тел создало в первичной Земле большие термические неоднородности (приблизительно 10^3 км), которые определили основное направление ранней эволюции нашей планеты.

«Вестник АН СССР», 2, 1975.

НОВОЕ О ДОЛИНЕ ГЕЙЗЕРОВ

В последние годы при изучении районов активной геотермальной деятельности в нашей стране и за рубежом применяют новый вид дистанционного изучения окружающей среды — аэросъемку в инфракрасных лучах. Этот метод еще называют тепловидением. Тепловидение основано на использовании мощного теплового излучения температурных аномалий районов геотермальной деятельности.

На территории СССР у подножия действующего камчатского вулкана Кихпинч расположена Долина Гейзеров. На всем протяжении долины реки Гейзерная много горячих источников, паровых струй, гейзеров, термальных площадок. Эти объекты изучались Лабораторией аэрометодов Министерства геологии СССР с помощью инфракрасной аэросъемки. Полученные данные полностью подтверждаются материалами многолетних наземных наблюдений, но неизменно превосходят их по насыщенности информацией. Обнаружены аномальные зоны, а следовательно, и термальные объекты, не замеченные ранее. Кроме того, преимущество аэрометодов заключается в оперативности получения данных с больших площадей. Однако есть и трудности: на инфракрасных изображениях необхо-

Академик Михаил Александрович Садовский за большие заслуги в развитии геофизической науки и в связи с 70-летием со дня рождения Указом Президиума Верховного Совета СССР от 5 ноября 1974 года награжден орденом Ленина.

М. А. Садовским, известным советским геофизиком, установлены фундаментальные закономерности изменения параметров взрывных деформаций и ударных волн, разработаны оригинальные способы инструментальных измерений в этой области, предложены разнообразные методы оценки уровня сейсмических воздействий и их последствий. Труды ученого являются основополагающими для развития теории и практики крупных разделов теоретической и прикладной геофизики.

Около 15 лет М. А. Садовский возглавляет Институт физики Земли имени О. Ю. Шмидта АН СССР. Ныне этот институт представляет собой крупное научно-исследовательское учреждение с лабораториями, оснащенными уникальным оборудованием, экспедициями, работающими по всему Советскому Союзу, с опытным конструкторским бюро.

В институте разрабатываются все важнейшие направления физики твердой части Земли, связанные с



можно различать локальные аномалии термопроявлений и аномалии, связанные с солнечным нагревом, а также отражением солнечного излучения. Поэтому инфракрасную съемку лучше проводить в ночное время или на участках, затененных соседними горами или облаками.

В процессе работы выяснилось, что уменьшив ширину спектрального интервала съемки, можно практически избавиться от этих помех. Так, например, во время трех пролетов самолета на высоте 600 м в течение 10 минут над горячими источниками на склоне вулкана Кихпинич последовательно менялась ширина спектральных интервалов регистрации инфракрасного излучения (3,6—5,3; 4,2—5,3 и 4,6—5,3 мкм), то есть уменьшалась интенсивность фиксируемого аппаратами теплового излучения. В первом случае на инфракрасном снимке видны не только сами горячие источники, но и все площадки, где разливаются теплые воды или просто поверхность аномально нагрета. На втором снимке аномальные площадки значительно сократились и более четко видны сами источники, а также прилегающие к ним участки разлива горячих вод, где они еще не успели остыть. Наконец, на третьем снимке выделяются только наиболее нагретые объекты, то есть сами источники. Таким образом, правильно выбранная методика инфракрасной аэросъемки позволяет получить данные о внутренней структуре геотермального участка, что существенно увеличивает количество геологической информации.

«Советская геология», 1, 1975.

ПРОГНОЗ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ С ПОМОЩЬЮ...ЗВЕЗД?

Существует гипотеза, согласно которой перед землетрясениями в районе будущего толчка поверхность Земли вздымается, образуя возвыше-

ние до одного метра на площади в сотни квадратных километров. Однако обнаружить такое незначительное вертикальное движение земной коры на столь большом пространстве современные геодезические приборы не в состоянии. Сотрудники Национального управления по авиации и исследованию космического пространства США предложили определять смещения участков земной коры по разнице во времени прихода радиоизлучения квазаров, находящихся от Земли на расстоянии порядка миллиарда километров.

В штате Калифорния, в 200 км друг от друга расположены две параболические радиоантенны, способные принимать сигналы от квазаров. Точное время их поступления фиксируется рубидиевыми атомными часами. Показания часов вводятся в электронную вычислительную машину, которая определяет, каков был разрыв во времени между приемом сигнала каждой из антенн.

Если удастся обработать таким образом сигналы от пяти квазаров, координаты самих антенн будут определены в трех измерениях с точностью до нескольких сантиметров. Если у одной из антенн координаты изменятся, это должно означать смещение земной коры, наблюдая которое ученые надеются предсказывать землетрясения.

«Electronic Design», 22, 20, 1974.

ПРОИСХОЖДЕНИЕ «ИЗБОРОЖДЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ»

В восточной части штата Вашингтон (крайний северо-запад США) находятся «Изборожденные земли» — район площадью около 40 тыс. км², представляющий собой огромные обнажения черных базальтовых пород, пересеченных многочисленными расщелинами, разломами, трещинами, впадинами. На многих обнажениях хорошо различимы волноприбойные знаки, кое-где видны крупные гра-

вийные отдели, хотя район лежит в глубине суши.

Первым исследователем этого весьма необычного района был геолог из Чикагского университета Дж. Харлен Бретц, который дал «Изборожденным землям» это странное название и впервые в 1920-х годах высказал мнение, что их характерные черты возникли в результате катастрофического наводнения, происшедшего 18—20 тыс. лет назад. Однако последние полвека к гипотезе Дж. Х. Бретца большинство геологов относилось скептически.

Лишь в конце 1974 года сопоставление фотографий на поверхности Марса, сделанных межпланетной станцией «Маринер-9», с космическими снимками территории штата Вашингтон позволило пересмотреть этот вопрос.

Научный работник Университета штата Техас (Остин, Техас) Виктор Р. Бейкер и сотрудник Управления геологической съемки США (Менло-Парк, штат Калифорния) Даниел Дж. Милтон, сопоставлявшие снимки, пришли к заключению, что гипотеза Дж. Х. Бретца верна. Кроме того, эти исследователи развили и дополнили гипотезу, пользуясь новейшими данными. Согласно их построениям, Споканский потоп (этот эпизод в геологической истории именуется так по названию близлежащего города) был, вероятно, одним из крупнейших катастрофических событий на Земле. В отличие от версии библейского потопа, это событие возникло не постепенно, вследствие длительных дождей, а мгновенно, в результате прорыва гигантского озера.

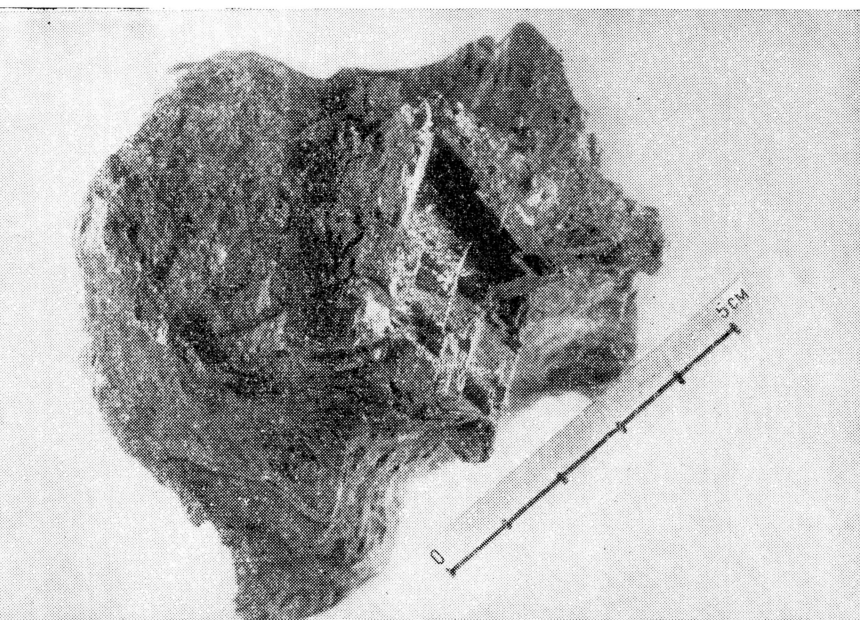
Во время одной из эпох оледенения, около 100 тыс. лет назад, фронт ледника придвинулся к линии, проходящей непосредственно к северу от «Изборожденных земель». Отдельные языки ледника проникли южнее, в долины, запрудили реки и образовали ледниковые озера. Крупнейшая из ледяных «плотин» перекрыла реку Кларк-Форк в месте, где она впадает в ныне существующее озеро Пенд-Орейл. На этом месте воз-

никло огромное озеро Миссула (по названию города в штате Монтана, расположенного «на дне» этого исчезнувшего бассейна). Прибывающие воды все увеличивали объем и глубину озера Миссула. В период максимума его площадь достигла 8 тыс. км², глубина у гребня «плотины» — 700 м; его поверхность находилась на высоте 1200 м над уровнем моря. Объем воды, скопившейся в озере Миссула, составил почти половину современного объема озера Мичиган — одного из крупнейших пресноводных бассейнов мира.

Когда уровень воды превысил гребень «плотины», начался интенсивный размыв ее ледяного тела. Ледяная преграда обрушилась, и поток воды в момент максимума мог, очевидно, достигать 9,5 куб. миль/час (11,5 млн. м³/сек), что на порядок превышает общий сток всех современных рек мира. (Для сравнения отметим, что сток самой полноводной на Земле реки Амазонки составляет около 180 тыс. м³/сек.)

Потребовалось, вероятно, не более двух суток, чтобы осушить гигантское озеро Миссула. Несколько мощных потоков, обрушившихся на базальтовые обнажения, и сформировали нынешний облик «Изброженных земель». Лишь в районе ущелья Уоллула, на юго-западе всего бассейна образовалось небольшое временное озеро, просуществовавшее примерно 2 недели пока вода проходила в узком месте со скоростью 40 куб. миль/сутки. Затем вода устремилась в ложе реки Колумбия, на время преградив течение впадающей в нее реки Уилламита и образовав там еще одно временное озеро, после чего вся вода ушла в море.

Космические снимки показывают, что аналогичные события могли происходить на Марсе в районе некоторых долин, идущих на север в экваториальной области планеты, испещренной многочисленными кратерами. До сопоставления с фотографиями земных «Изброженных земель» характер этих областей до некоторой степени мог объясняться обычной



ветровой эрозией. Но после сравнения снимков специалисты убедились в их большом сходстве.

«Science News», 106, 16, 1974.

МЕТЕОРИТ ЭГВЕКИНОТ

19 февраля 1975 года геолог Ю. Б. Тихомиров, работающий на Чукотке, передал в Комитет по метеоритам АН СССР новый железный метеорит весом 2 кг 275 г. Около пяти лет этот ценнейший для науки образец космического вещества пролежал в коллекции руд и минералов у начальника геологической партии К. С. Сухова. К сожалению, еще очень многие, и среди них даже специалисты с высшим образованием, не представляют всей важности находки метеорита и не знают, кто занимается их исследованием.

Сейчас уже ни техник-геолог В. Т. Переладов, нашедший метеорит, ни кто-либо другой в геологической партии не помнят точно, когда был обнаружен метеорит — в июле или начале августа 1970 года. Метеорит лежал в пойме ручья, впадающего в реку Кылькаквитим — правый приток Якрамави, примерно в 50 км к северо-востоку от поселка Эгвекино. Ни воронок, ни лунок на месте находки видно не было. Вероятно, моренные образования и перемыв ал-

лювия сместили метеорит с того места, куда он упал. По названию ближайшего поселка метеорит наименовали Эгвекино, что в переводе на русский язык означает «твердая земля».

Как сообщил в Комитет по метеоритам К. С. Сухов, первоначальный вес метеорита был около 8—10 кг. Рабочие геологического отряда разбили метеорит на куски, которые разошлись по рукам. Для научных исследований оказалась потерянной большая часть метеорита Эгвекино.

Переданный ученым обломок метеорита имеет размеры 12×9×8 см. Кора плавления на его поверхности не сохранилась, она вся окислилась в земных условиях. Окислы легко отслаиваются. На поверхности обломка заметна выемка глубиной около 2 см и поперечником 3,5 см. Она, по-видимому, возникла во время полета метеорита в атмосфере, когда выплавилось сернистое железо — троилит. На изломе метеорита хорошо видна его структура: сросшиеся пластины камасита — одной из разновидностей никелистого железа — образуют грани правильного восьмигранника — октаэдра. По ширине камаситовых балок Эгвекино относится к тонкоструктурным октаэдритам. На плоскости распила метеорита наблюдаются включения фосфида железа — шрейберзита.

Недавно в Комитет по метеоритам был передан второй осколок метеорита Эгвекино весом 1 кг 260 г.

Научный сотрудник Комитета по метеоритам АН СССР
Р. Л. ХОТИНОВ

Метеорит Эгвекино из коллекции Комитета по метеоритам АН СССР. Это — 148-й метеорит, найденный на территории нашей страны, и второй метеорит, который обнаружили на Чукотке



Первая экспедиция на «Салют-4»

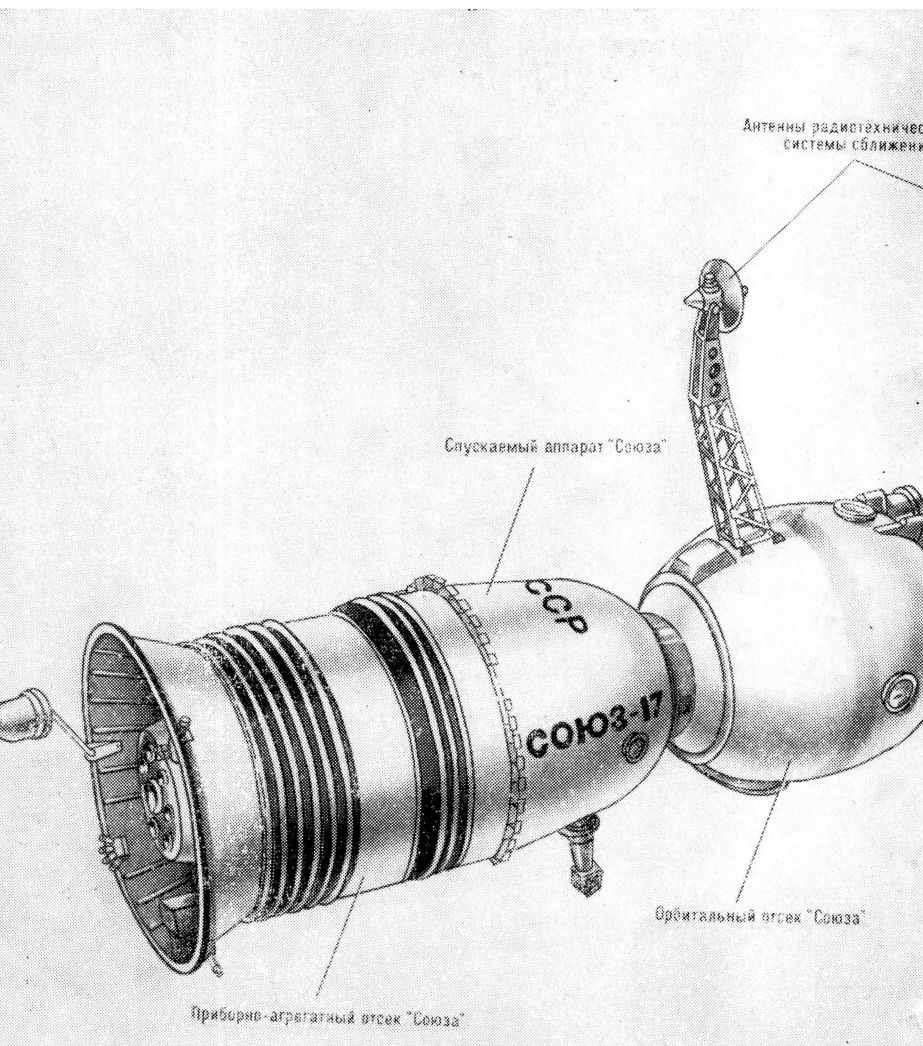
За восемнадцать месяцев, начиная с сентября 1973 года, в Советском Союзе было запущено шесть космических кораблей типа «Союз», в космосе побывало двенадцать человек. Таких темпов советская космонавтика еще не знала. Публикуемый ниже очерк рассказывает о тридцатисуточной орбитальной вахте летчиков-космонавтов Алексея Александровича Губарева и Георгия Михайловича Гречко на борту научной станции «Салют-4».

Разные задачи решали ученые и инженеры, отправляя один за другим космические корабли. Двенадцатый «Союз» — испытательный рейс, тринадцатый — специализированная астрофизическая орбитальная обсерватория, шестнадцатый — генеральная репетиция совместного советско-американского полета.

Два экипажа работали на орбитальных станциях — такая работа была и остается главным направлением советских космических исследований. Сначала — «Салют-3». Еще эта станция не прекратила свое функционирование на орбите в автоматическом режиме, как последовал запуск научной станции «Салют-4».

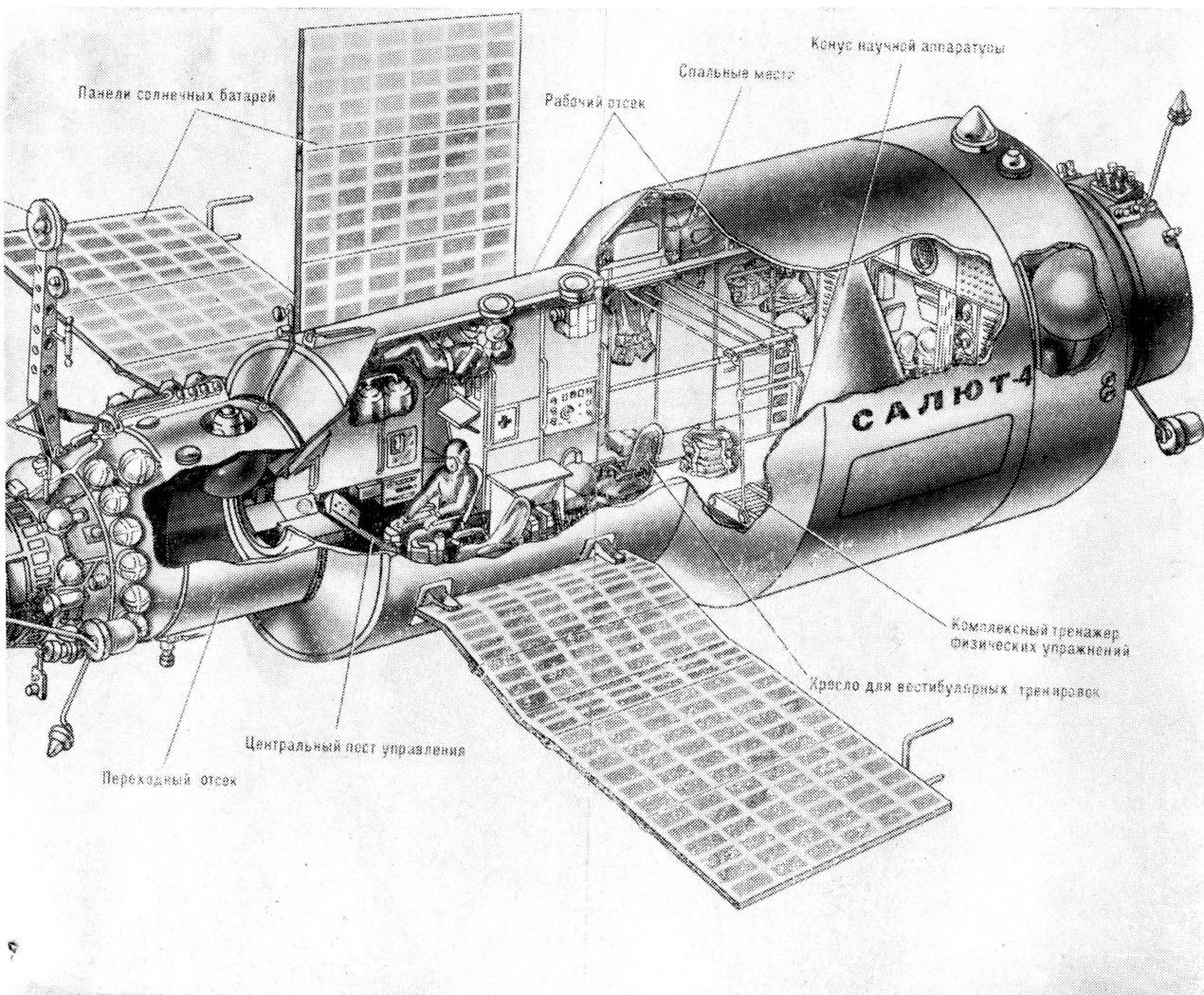
Известный советский ученый, один из основоположников ракетной техники, дважды Герой Социалистического Труда академик Валентин Петрович Глушко говорил:

— Сегодня орбитальная станция с исследовательскими целями, а завтра — с производственными. Сейчас на



станции два-три человека, а завтра — десятки и сотни. Сейчас — это только станция, а завтра — город-спутник со всем, что свойственно ему на Земле...

■
Принципиальная схема космического корабля «Союз-17» и орбитальной научной станции «Салют-4»

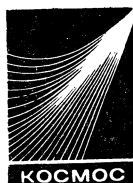


Экипаж «Салюта-4» — Алексей Губарев и Георгий Гречко сделали еще один важный шаг на пути к этому «космическому завтра».

ПИЛОТЫ ОРБИТАЛЬНОЙ

Удивительное место Байконур. Мы сошли по трапу на бетонку здешнего

аэродрома, и нас закружил ветер, начиненный колючим снегом. На следующий день — теплое Солнце и безоблачное небо. Старожилы воспомина-



ли, что шесть лет назад, когда в это же время запускали четвертый и пятый «Союзы», здесь были почти сорокаградусные морозы. И еще один неожиданный, но уже неприятный для зрителя сюрприз: в предстартовый вечер космодром буквально утонул в непроглядном тумане.

Свою «звездную» ночь Алексей Губарев и Георгий Гречко запомнят на всю жизнь, как и новогоднюю, которую они провели на космодроме. Наверное, немногим космонавтам приходилось встречать Новый год на Байконуре. Была красивая елка, веселая стенгазета, памятные медали, Дед Мороз, Снегурочка, шампанское. И очень скорый неумолимый приказ врачей «спать».

Губарев и Гречко — одногодки. Им по сорок пять лет. Командир родом из Куйбышевской области, родители его — крестьяне. Как сельский парень попал в летчики, сказать трудно. Да и сам Губарев затрудняется дать однозначный ответ. После авиационного училища стал он военным морским летчиком и пять лет, до 1957 года, служил на Дальнем Востоке. Летное дело давалось ему легко. Поступил в Военно-воздушную академию и окончил ее в «гагаринском» 1961 году. А потом еще два года полетов над Черным морем. В середине шестидесят летнего ему предложили пройти медицинскую комиссию, отбирающую кандидатов в космонавты. И в январе следующего года вместе с Владимиром Шаталовым и Анатолием Филипченко он прибыл в Звездный городок.

Георгий Гречко — ленинградец. Здесь он окончил школу, институт, стал инженером-механиком. Бортин-

женер стал интересоваться космосом еще в ту пору, когда не было никаких спутников. Началось с небольшой книжки Я. Перельмана «Межпланетные сообщения». У девятиклассника Гречко уже была приличная библиотека по космонавтике. Отметим еще раз, что речь идет о конце 40-х годов. Как забавный эпизод, вспоминает он поездки в Москву и звонки в Авиационный институт с вопросом: не у вас ли готовят специалистов по ракетам? Словом, в его жизни все логично. После института — конструкторское бюро, которым руководил академик С. П. Королев, поездки на космодром (первая состоялась двадцать лет назад), работа над спутниками, космическими кораблями, кандидатская диссертация, а затем отряд космонавтов.

Несколько лет назад Алексей Губарев и Георгий Гречко были назначены в один экипаж. Они стали готовиться к полету на орбитальной станции «Салют». Многолетние занятия в различных научно-исследовательских организациях, конструкторских бюро, кропотливая работа в Центре подготовки космонавтов имени Юрия Гагарина, земные «полеты» на тренажерах, в которых каждый из них провел многие сотни часов, — вот основа мастерского выполнения сложной программы их тридцатисуточной орбитальной вахты на «Салюте-4».

КАК УСТРОЕН «САЛЮТ»

Примерно полторы тысячи приборов и агрегатов, две с половиной тонны научной аппаратуры, общая масса — двадцать пять с лишним тонн. Таковы основные штрихи космического комплекса «Салют» — «Союз».

«Салют-4» — станция того же класса, что и ее предшественницы: внешне «Салют-4» мало от них отличается. Главное — в компоновке и «начинке», которая обеспечивает выполнение конкретных народнохозяйственных, научно-технических, медико-биологических экспериментов, порученных этой станции.

Геометрия комплекса «Салют» — «Союз» такова: общая длина в состыкованном состоянии 23 м, максимальный диаметр орбитального блока «Салюта-4» 4,15 м.

Покинув транспортный корабль, космонавты попадают в помещения станции. «Салют-4» имеет два герметичных отсека — переходный и рабочий — и один негерметичный, так называемый агрегатный. Переходный отсек — цилиндр (2×3 м). Внутри цилиндра размещена часть научной и астронавигационной аппаратуры, оборудован один из рабочих постов экипажа.

За переходным отсеком — рабочий. Если судить строго, такое название не в полной мере соответствует действительности, потому что здесь экипаж не только работает, но и отдыхает, занимается физкультурой, принимает пищу. Рабочий отсек состоит из двух цилиндрических частей разного диаметра (2,9 м и 4,25 м) с конической соединительной вставкой: это и кабинет, и столовая, и спальня, и гостиная, и спортивный зал.

Что установлено в цилиндре малого диаметра? Во-первых, центральный пост управления станцией. Здесь же стол, подогреватели пищи, еще один рабочий пост для управления аппаратурой системы жизнедеятельности и некоторыми научными приборами.

В этой зоне космонавты проводят и свой досуг.

На внешней поверхности цилиндра малого диаметра установлены три панели солнечных батарей: одна — перпендикулярно к плоскости двух других. Поэтому «Салют-4» отдаленно напоминает хвостовую часть фюзеляжа самолета. Панели поворотные, для их ориентации на Солнце не нужно маневрировать всем комплексом, то есть проводить так называемую «закрутку» комплекса на Солнце.

В цилиндре большого диаметра помещаются обсерватория, спортивный зал и спальня. В центре — большой конической формы кожух с научной аппаратурой, по левому и правому бортам — спальные места. Здесь же находятся холодильники с запасами продовольствия, бегущая дорожка и велоэргометр для физических тренировок, две шлюзовые камеры для удаления отходов с борта станции. Вдоль всего рабочего отсека слева и справа тянутся съемные декоративные панели, закрывающие рамы с различным служебным оборудованием. Предусмотрена возможность ремонта и замены аппаратуры — доступ к приборам ничем не затруднен. «Стены» рабочего отсека выдержаны в светлых тонах, а «пол» темно-серый. Как принято в советской космической технике, атмосфера в отсеках комплекса, общий объем которых около 100 куб. метров, «земная».

Неслучайно орбитальные путешествия пока еще называют «летноконструкторскими испытаниями». Все новое, что появилось на борту станции, должно было пройти суровую проверку. Как, например, разгрузить космонавтов от утомительной кропотли-

вой работы по ориентации станции, что необходимо при проведении почти всех экспериментов? Инженеры создали оригинальную автономную систему навигации «Дельта», которая не только определяет параметры орбиты и положение станции в пространстве, но и подсказывает экипажу те или иные решения в конкретной навигационной обстановке. Еще одна новинка — комплексная регенерационная установка для превращения присутствующей в воздухе влаги внутри станции в питьевую воду. Ведь до сих пор запасы воды на борту пилотируемых аппаратов исчисляются сотнями килограммов. Скажем, на американской станции «Скайлэб» было запасено около трех тонн воды. Эксперимент на «Салюте-4» поможет сократить это количество до нескольких десятков килограммов.

ФРАГМЕНТЫ НАУЧНОЙ ВАХТЫ

Удивителен характер любого полета в космос, уникальны возможности орбитальной станции. Выполняемая в космосе работа всегда напоминает многопрофильный научный институт. Только вот сотрудники одни и те же — на этот раз пилоты «Салюта-4» Алексей Губарев и Георгий Гречко. За 709 часов своего полета они «переработали» столько профессий, что для простого их перечисления нужен отдельный отчет.

На борту станции разместили свои технические и научные «заказы» десятки исследовательских и проектных организаций. Например, Институт космических исследований АН СССР, Крымская астрофизическая обсерватория АН СССР, Физический институт имени Лебедева АН СССР, Физико-

технический институт низких температур АН УССР, Ленинградский государственный университет.

Крымские ученые, руководимые академиком А. Б. Северным, предоставили для четвертого «Салюта» орбитальный солнечный телескоп и коротковолновый дифракционный спектрометр. Этот комплекс предназначен для исследования физических процессов в активных областях Солнца. Наблюдения ведутся в ультрафиолетовой части спектра. Конечная цель экспериментов — выяснение механизма солнечно-земных связей, разработка методов прогнозирования активных солнечных процессов и, следовательно, прогнозирования вызываемых ими важнейших геофизических и биологических явлений.

Работа с солнечным телескопом на орбите не обошлась без сюрприза. А случилось вот что. Тестовое опробование систем солнечного телескопа прошло без замечаний. Но работа, как говорят, по штатной программе не пошла. Зеркала телескопа вместо светила упорно ловили солнечный зайчик. Откуда взялся этот злосчастный блик, никто понять не мог. Началась погоня за «зайцем», вернее, попытки «отогнать» его в сторону от следящего зеркала. После консультаций с учеными космонавты приступили к работе. Программа была частично изменена, поскольку незапланированная «погоня» продолжалась несколько часов. Маневрируя станцией, космонавты загнали «зайца» в угол. И когда с орбиты наконец доложили, что Солнце в объективе, на Земле облегченно вздохнули.

На борту «Салюта-4» установлен инфракрасный телескоп-спектрометр, разработанный в Физическом институте имени Лебедева. Одна из задач экспериментов — спектроскопия верхней атмосферы Земли, своеобразного трансформатора корпускулярных потоков от Солнца. Ученым интересны и спектры излучения и других объектов в космосе. Например, планеты Сатурн, Луны, галактических источников, «холодных» звезд. Их инфракрасное излучение способно рассказать о многом.

На кафедре физики атмосферы Ле-



нинградского государственного университета под руководством члена-корреспондента Академии наук СССР К. Я. Кондратьева было разработано уникальное автоматическое оборудование для исследования озона и водяного пара в верхней атмосфере Земли. Составленную ленинградскими учеными программу научных экспериментов Губарев и Гречко выполнили с помощью прибора КСС-2 — комплекса солнечных спектрометров. Несмотря на земные «интересы» прибора, его объектив был направлен точно на центр солнечного диска. Дважды на рабочем витке (при заходе и восходе Солнца) регистрировались спектры солнечного излучения, прошедшего сквозь атмосферу. Впервые поставленный в космосе эксперимент завершен успешно.

На 328-м витке «Салюта-4» был включен рентгеновский телескоп «Филин». За первые рабочие витки вокруг Земли просмотрели несколько созвездий: Геркулеса, Скорпиона, Персея, Тельца, то есть довольно широкую полосу неба. Зеркальный рентгеновский телескоп РТ-4, имеющий собственную систему точного наведения, был «привязан» к некоторым дискретным рентгеновским источникам.

Пусть не покажется прозаичным переход от астрофизики к биологии. Ведь «Салют-4» — уникальная многопрофильная лаборатория, и один из ее профилей как раз и связан с проблемами космической биологии. Ученым необходимо выяснить, как влияют факторы длительного полета на развитие различных организмов. Другое направление космической биологии связано с созданием бортовых замкнутых систем жизнеобеспечения.

На борту «Салюта-4» находились насекомые, водоросли, икринки лягушек, семена высших растений, микроорганизмы. Здесь же помещалась установка «Оазис». Это сложное бортовое устройство предназначено для культивирования в космосе растений, например гороха.

Сенсацией 22-го дня работы Алексея Губарева и Георгия Гречко на борту станции была уникальная технологическая операция в космосе. По просьбе конструкторов солнечного телескопа экипаж произвел напыление нового отражающего слоя на оба зеркала. На Земле зеркала телескопов обновляют в специальных вакуумных камерах, благодаря чему новый отражательный слой ложится на поверхность ровным слоем в десятки доли микрона. Конструкторы использовали в эксперименте на «Салюте-4» естественные условия космического вакуума. Напылением зеркал — приемного и фокусирующего — управлял с дистанционного пульта Георгий Гречко. Он включил установку во время очередного сеанса спектрографирования Солнца, сделав по несколько экспозиций одних и тех же участков светила до и после напыления. Сравнение этих спектрограмм дает качественные оценки состояния «загрязненности» окружающего космический аппарат пространства. Проведенный на орбите технологический эксперимент позволяет ученым надеяться, что в будущем в космосе смогут надежно и длительное время работать крупные телескопы. На «Салюте-4» работал и самый богатый по комплексу выполняемых задач медицинский «цех». На борту станции была создана многоцелевая медицинская лабо-

ратория. Одна ее часть — аппаратура ежедневного медицинского контроля, другая — установка для проведения периодических всесторонних исследований. С помощью одной группы экспериментальных установок («Полином», «Левкой») изучалась сердечно-сосудистая система космонавтов. Прибор «Амак» — это космический вариант наземной биохимической лаборатории. Объект исследований прибора «Резеда» — функции дыхания и энергозатраты космонавтов. Минеральная насыщенность костной ткани изучалась с помощью ультразвукового прибора «Плотность». Впервые на «Салюте-4» установили вращающееся кресло для исследования вестибулярного аппарата космонавтов в ходе полета. Задачи медиков не ограничивались только лишь экспериментами. Ведь главное — помочь экипажу войти в норму после возвращения на Землю. Для этого соорудили на «Салюте» микростадион. Ежедневно по два с половиной часа Губарев и Гречко занимались физкультурой. Специальный тренажер — бегущая дорожка, велоэргометр, тренировочно-нагрузочные костюмы, пневмо-вакуумные костюмы помогли космонавтам сохранять высокую работоспособность в течение всего «звездного» месяца и благополучно перенести период реадaptации после возвращения.

В ходе работы первой экспедиции было успешно проведено множество разнообразных научных и технических экспериментов и исследований, которые потребовали от космонавтов энциклопедической подготовки.

Доктор физико-математических наук
Е. А. ГРЕБЕННИКОВ
Доктор физико-математических наук
Ю. А. РЯБОВ

Загадки движения Урана и открытие Нептуна

История наблюдений Урана по существу ведет свой отсчет с 1690 года. Начальный этап исследований, продолжавшийся до 1820 года, полон интересных событий и поучительных примеров для истории науки вообще. Напомним кратко хронологию этих событий:

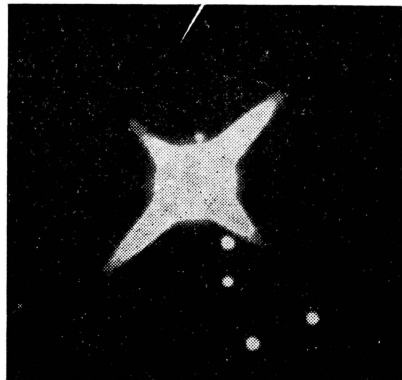
1690—1771 годы — Д. Флемстид, П. Лемонье, Дж. Брайли и Т. Майер наблюдают новую планету, но ее, так сказать, «не узнают».

Март 1781 года — В. Гершель открывает новое небесное тело, принимая его за комету.

Март — апрель 1781 года — неудачные попытки представить движение нового тела по кометной параболической орбите.

Май 1781 года — выход найден: теоретические работы Ж. Сарона и А. И. Лекселя, а также другие данные убеждают, что это — планета.

1783 год — П. Лаплас и П. Мешэм вычисляют эллиптическую орбиту по наблюдениям за два года, но она не точно отвечает движению Урана. Тре-



буются наблюдения за более длительный срок.

1783—1784 годы — обнаружены два «старых» наблюдения Урана, когда его принимали за звезду.

1784 год — Фикслюмилнер и другие астрономы вычисляют довольно точную эллиптическую орбиту Урана по «старым» и «новым» наблюдениям.

1788 год — Уран сильно «уходит вперед» от расчетной эллиптической орбиты. Тщетны попытки улучшить эллиптическую орбиту так, чтобы можно было описать все наблюдения — и «старые», и «новые».

1790 год — выход найден: Ж. Деламбр строит теорию движения Урана, вычисляя возмущения от Сатурна и Юпитера. Теория хорошо отвечает «старым» и «новым» наблюдениям. Ученый мир опять успокоился.

1810—1820 годы — обнаружены пятнадцать «старых» наблюдений Урана.

Уран в окружении своих спутников

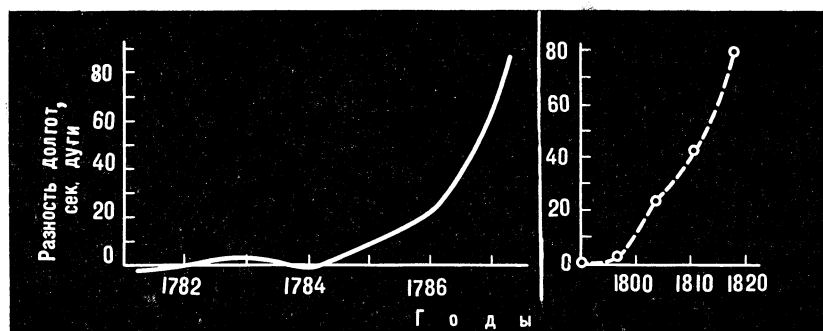
Они вполне позволяли, во всяком случае Флемстиду и Лемонье, открыть эту планету гораздо раньше 1781 года. Теория Деламбра безнадежно разошлась с фактически наблюдаемым движением Урана. В чем дело?

1820 год — А. Бувар пытается реконструировать теорию Деламбра, используя дополнительные «старые» наблюдения 1690—1771 годов и «новые» за период с 1781 по 1820 год. Построить теорию, удовлетворяющую всем наблюдениям, не удается. Это первое, по-настоящему серьезное указание на то, что в движении Урана происходит что-то «неладное». Бувар строит теорию только по «новым» наблюдениям, допуская, что астрономы XVIII века оставили после себя наблюдения Урана с невероятно большими ошибками. Несмотря на это, теория принимается, так как она более или менее отвечает современным наблюдениям. Еще раз астрономы приобретают покой, но по существу мнимый.

Если бы все эти исследования орбиты Урана остались без продолжения, то и тогда можно было бы считать Уран планетой, привлекавшей наибольший интерес в XIX веке. Изучение движения Урана значительно способствовало развитию астрономии. В какой-то мере с Ураном оказалось связанным большинство известнейших астрономов XVIII—XIX веков. Но это было все же только начало. Самые важные события, которые именно и оставили в истории науки неизгладимый след, самые важные исследования Урана были впереди.

Теория Буvara продержалась недолго. Предварительное предупреждение прозвучало в 1825—1826 годах, когда были обнаружены ее расхож-

В 1975 году Главная редакция физико-математической литературы издательства «Наука» выпустил в свет книгу Е. А. Гребенникова и Ю. А. Рябова «Поиск и открытия планет». В ней рассказывается, как были открыты самые далекие планеты Солнечной системы — Уран, Нептун, Плутон, как удалось обнаружить спутники больших планет и пояс астероидов. Обсуждается в книге и возможность существования других, пока неизвестных небесных объектов, имеющих право называться членами нашей планетной системы. Редакция предлагает вниманию читателей отрывок из этой книги.



дения с наблюдениями, достигающие 10", причем Уран опережал по долготы расчетные положения. Это привело астрономический мир в волнение. Правда, в 1829—1830 годах Уран как бы отстал, и снова расчетные и фактические долготы оказались близкими друг к другу. Но это была, так сказать, последняя минута спокойствия перед бурей.

Сразу после 1830 года Уран начал заметно отставать по долготы от расчетных положений. В 1832 году было зафиксировано отставание Урана почти на 30", и оно продолжало неуклонно расти со скоростью 6—7" в год. Теории Буvara был нанесен окончательный удар. Ее расхождение с наблюдениями стало очевидным.

Таким образом, астрономы оказались в 1832 году в том же положении, в каком они находились в 1815—1820 годах, когда теории, согласующейся с наблюдениями Урана, не существовало. Но теперь положение было хуже, чем когда-либо после 1781 года. До сих пор недостатки анализа движения Урана и пути их исправления были для всех более или менее очевидными, оставалось лишь преодолеть технические трудности...

Надежды на то, что и теория Буvara будет улучшена, не было. Эта теория построена по наблюдениям за довольно большой промежуток времени с 1781 по 1820 год, она учитывает как будто все заметные возмущения Урана от других планет. Явное и очень быстрое рассогласование ее с наблюдениями после 1830 года неопровержимо говорит о том, что фактическое движение Урана (1781—1832 гг.) не отвечает кеплеровскому движению плюс возмущения от пла-

нет. Правда, теория Буvara содержала отдельные неточности и математические ошибки, на некоторые из них указывал, например, известный немецкий математик и астроном Ф. Бессель — директор Кенигсбергской обсерватории. Но было довольно очевидно, что эти ошибки никак не могут явиться причиной таких больших расхождений теории с наблюдениями.

Так в чем же дело? Почему Уран не повинуется теории? Это выглядело настоящей загадкой, самой трудной из всех, с которыми сталкивались до сих пор астрономы в XVIII—XIX веках при изучении движения планет.

В 1831—1832 годах было предложено несколько гипотез, которые могли в принципе объяснить непонятное поведение Урана.

Гипотеза 1. Уран в своем движении испытывает сопротивление газо-пылевой среды, заполняющей межпланетное пространство. Это сопротивление и вызывает систематические отклонения от расчетной траектории, построенной без учета какого-либо сопротивления среды.

Расхождение между фактической долготой Урана и вычисленной, в случае его эллиптической орбиты. Эллиптическая орбита хорошо соответствует наблюдениям планеты лишь в 1781—1784 годах

Расхождение теории Делаμβра и фактического движения Урана. Делаμβр, вычисляя движение планеты, учитывал возмущения со стороны Юпитера и Сатурна. Теория Делаμβра хорошо соответствует всем наблюдениям Урана до 1790 года

Гипотеза 2. Уран обладает неизвестным еще спутником, который вызывает наблюдаемые отклонения.

Гипотеза 3. Незадолго перед открытием Урана Гершелем произошло столкновение или сближение планеты с кометой, резко изменившее орбиту Урана.

Гипотеза 4. Закон притяжения Ньютона не остается абсолютно справедливым на таких больших расстояниях от Солнца, как расстояние до Урана.

Гипотеза 5. На движение Урана оказывает влияние еще одна до сих пор неизвестная планета.

Первые три гипотезы отпали сразу, не выдержав элементарной критики. Действительно, если на движение Урана заметно влияло бы сопротивление межпланетной среды, то оно в той же мере сказалось бы и на движении всех небесных тел в Солнечной системе. Но такое влияние никогда не обнаруживалось даже для комет, которые обладают гораздо меньшей плотностью, чем планеты, и испытывают, следовательно, гораздо большее удельное сопротивление среды. Кроме того, наблюдаемые отклонения в движении Урана имеют характер колебаний, а сопротивление среды приводило бы к вековым отклонениям все время в одном направлении.

Что касается спутников Урана, то два из них — Титания и Оберон — были уже открыты в 1787 году. Вычисления и наблюдения показали, что эти спутники практически не влияют на положение Урана. Следовательно, те отклонения, которые наблюдаются, могли быть вызваны только спутником значительно большей массы и боль-

шего размера. Но если были открыты два малых спутника, то почему не обнаружен большой спутник...*

Гипотеза сближения или столкновения Урана с кометой до 1781 года также не выдерживает критики. Этим можно было бы объяснить, почему одна и та же эллиптическая орбита плюс возмущения от Юпитера и Сатурна не соответствуют одновременно и «старым» и «новым» наблюдениям. Но движение Урана после 1781 года (после сближения или столкновения) теория Буvara должна бы описывать целиком. Ведь комета, изменив орбиту Урана, ушла, и движение Урана в дальнейшем должно было бы происходить по новой, но одной и той же эллиптической орбите с добавлением возмущений от планет. Именно это оказалось несправедливым. Следовательно, гипотеза о комете — возмутительнице движения Урана, как и две первые гипотезы, лишена оснований. Она даже серьезно учеными не обсуждалась.

Четвертая гипотеза, подвергающая сомнению закон тяготения Ньютона, более серьезна и носит принципиальный характер.

Закон Ньютона не сразу получил всеобщее признание. Но все же его авторитет стал укрепляться довольно быстро. Каждое препятствие, встречавшееся на пути, превращалось в его триумф. К 1830 году сомневаю-

щихся в строгости закона Ньютона осталось очень немного. К ним относился, правда, такой известный английский астроном, как директор Гриничской обсерватории с 1836 года по 1881 год Дж. Эри. Забегая вперед, скажем, что сомнения Эри сыграли, пожалуй, немалую отрицательную роль во всей истории поисков Нептуна. Выдающийся французский астроном У. Леверье, с именем которого и связано открытие Нептуна, позднее писал: «Это не первый раз, когда при встрече с необъяснимыми отклонениями от наблюдений брались за пересмотр закона притяжения. Но такие отклонения, как мы знаем, исчезали при более детальных исследованиях. Изменение закона притяжения — это последнее средство, к которому следует прибегать лишь тогда, когда будут исчерпаны после соответствующего анализа другие причины».

Сказано прекрасно! Но все же сомнения могли быть. Науке хорошо известно, что одного противоречащего примера бывает иногда достаточно, чтобы погубить казавшуюся до того идеальной теорию. Уран все же ставил знак вопроса перед законом Ньютона, и на него надо было ответить. Возможность самого хорошего ответа содержалась в пятой гипотезе, которая привлекала большинство ученых.

Бувар еще в 1820 году упомянул о внешнем и неизвестном влиянии на Уран, как о допустимой причине его странного поведения. Правда, упоминание было неопределенным и, вообще, могло подразумевать что угодно. Но Бувар продолжал работать над улучшением своей теории движения Урана и после 1832 года, стараясь устранить наблюдаемые расхождения.



Это ему не удалось, и он высказывает предположение о существовании еще одной планеты.

В 1834 году английский астроном-любитель Т. Хассей пишет в письме к Эри: «Я имел разговор с Алексисом Буваром о предмете, над которым я часто размышлял и который, вероятно, вас заинтересует; ваше мнение определит и мое. Занимаясь много в последний год некоторыми наблюдениями Урана, я близко познакомился с таблицами Буvara для этой планеты. Кажущиеся необъяснимыми противоречия между «старыми» и «новыми» наблюдениями подсказали мне возможность существования некоего возмущающего тела за орбитой Урана, которое остается пока неизвестным, поэтому не принималось до сих пор во внимание. Моя первая идея заключалась в том, чтобы установить эмпирически некоторое приближенное положение на небе этого предполагаемого тела, а затем приняться с моим большим рефлексором за работу, просматривая вокруг все малые звезды. Но я сам оказался полностью неспособным выполнить первую часть такой программы... Позднее в разговоре с Буваром я спросил его, может ли такое иметь место. Его ответ был утвердительным... На мой вопрос, можно ли получить положение эмпирически, а затем организовать поиски в близкой окрестности, он дал положительный ответ. Он сказал при этом, что требующиеся для этого вычисления не столь-

* Как известно, в 1851 году В. Лассель открыл еще два спутника Урана, а почти столетие спустя, в 1948 году, Дж. Койпер обнаружил пятый спутник. Спутники небольшие и на движение Урана практически не оказывают влияния. Других спутников у Урана, по-видимому, нет.

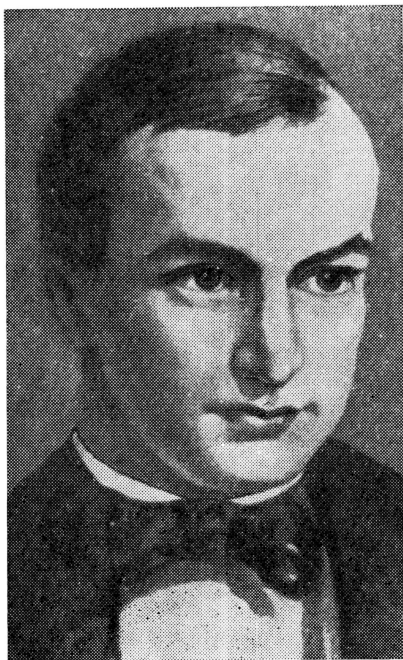
Директор Гриничской обсерватории с 1836 по 1881 год Дж. Эри

ко трудны, сколько громоздки и что если у него было бы свободное время, то он бы их предпринял и передал результаты мне, как основу для проведения наблюдений именно в нужном малом участке неба».

Это был первый письменный документ, где четко формулируется гипотеза о трансурановой планете и даже намечается программа ее дальнейших поисков. По существу именно эта программа была впоследствии, почти через 12 лет, реализована. Можно выразить восхищение проницательностью английского астронома-любителя*.

Интересно также отметить, что Бувар, как видно из этого письма, уже имел тогда по поводу существования трансурановой планеты определенно положительное мнение и безоговорочно поддержал Хассея. Пожалуй, Бувар только слишком оптимистично высказывался об отсутствии принципиальных трудностей при теоретическом определении положения неизвестной планеты. Но, во всяком случае, такая позиция Буvara была несравненно предпочтительнее, чем позиция Эри.

Что же ответил Хассею Эри — будущий директор самой главной в Ан-



глии Гриничской обсерватории? Вместо того, чтобы поддержать автора письма, он, как говорится, вылил на него ушат холодной воды: «Я много



размышлял над неправильностями Урана... Это — загадка. Но я без колебаний высказываю мнение, что сейчас еще нет ни малейшей надежды выяснить природу внешнего воздействия. Если же такое есть, то я очень сомневаюсь в возможности определить положение планеты, оказывающей это действие. Я уверен, что этого нельзя сделать, пока природа нерегулярностей не будет хорошо определена после нескольких последовательных оборотов Урана». Конечно, ответ Эри был обескураживающим, и Хассей наблюдений в поисках неизвестной планеты не предпринимал.

Через несколько лет, в 1837 году, Эри, став уже директором Гриничской обсерватории, точно так же развеял аналогичные намерения Е. Буvara — молодого племянника А. Буvara, успешно занимавшегося небесной механикой...

Эри постоянен в своем негативном отношении к проблеме трансурановой планеты. Его позиция в 1837 году та же, что и в 1834 году, и она сильно тормозит исследования в этом направлении. В дальнейшем же его отношение скажется еще более пагубно. Лишь через девять лет, в 1846 году, Эри после опубликования работ

■

Джон Кауч Адамс, предсказавший местоположение неизвестной трансурановой планеты на восемь месяцев раньше Леверье

■

Математик Парижской обсерватории Урбан Жан Жозеф Леверье, открывший планету Нептун, по словам Ф. Араго, «на кончике пера»



Леверье изменил свое мнение и стал проявлять инициативу в поисках неизвестной новой планеты.

Переписка Эри с Т. Хассеем и Е. Буваром не была опубликована своевременно. Ее предал гласности только в 1846 году сам Эри уже после открытия Нептуна. В свое же время она не повлияла, к сожалению, на научное общественное мнение. Но и без этого уже в 1836 году мнение подавляющего большинства астрономов склонилось в пользу гипотезы о неизвестной планете и возможности «нащупать» ее местонахождение. Так высказывались, например, в 1835 году известный немецкий астроном Э. Вальц и директор обсерватории в Палермо Н. Каччиаторе. Последний даже сообщил, что он наблюдал в мае 1835 года движущееся небесное светило, возможно, планету, расположенную за орбитой Урана.

Французский астроном Л. Вартман, узнав о наблюдениях Каччиаторе, опубликовал в 1836 году заметку, в которой рассказал о своих наблюдениях движущегося небесного светила в сентябре 1831 года. «Представляется наиболее вероятным, что эта мизерная точка есть планета, которая описывает вокруг Солнца орбиту значительного радиуса... Новая планета должна находиться примерно на двойном расстоянии от Солнца по сравнению с Ураном, ...а ее период обращения должен составлять, следовательно, около 243 лет».

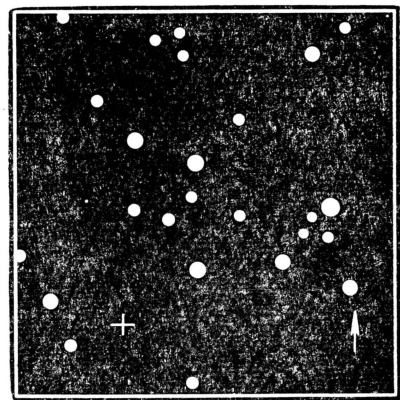
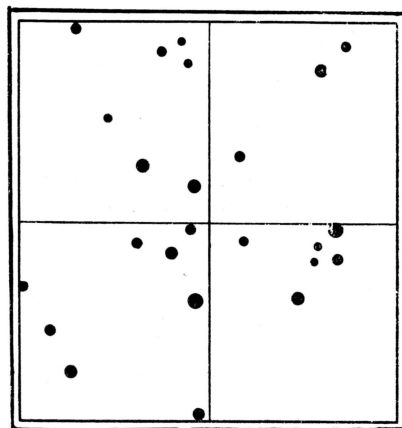
Осталось неизвестным, действительно ли Вартман и Каччиаторе наблюдали новую планету, но, во всяком случае, приведенные слова подтверждают не только распространенность гипотезы о существовании неизвест-

ной планеты — уже стоял вопрос о местонахождении этой планеты.

Активным защитником закона притяжения Ньютона был Бессель, и он с самого начала поддерживал гипотезу о трансурановой планете. В одной из своих лекций в 1840 году он говорил, что неправильности в движении Урана «могут быть объяснены только в результате нового физического открытия... Дальнейшие попытки их учета должны иметь под собой намерение открыть орбиту и массу какой-то неизвестной планеты, возмущение от которой компенсировало бы нынешнее отсутствие гармонии в наблюдениях Урана». Бессель собирался сам начать исследования на этом пути, но вскоре серьезно заболел и приступить к ним уже не смог...

Не останавливаясь на ряде других интересных событий, относящихся к периоду, когда гипотеза о неизвестной планете завоевывала всеобщее признание, приведем лишь пророческие слова из опубликованной в 1841 году книги «Популярная астрономия» И. Мэдлера, директора обсерватории в Дерпте (ныне Тарту): «Мы приходим к выводу о существовании планеты, действующей на Уран и возмущающей его. Мы можем даже выразить надежду, что в некотором будущем математический анализ реализует свой наибольший триумф — открытие, сделанное глазами разума там, куда непосредственно взор человека не в состоянии проникнуть».

Таким образом, идея о существовании неизвестной планеты, возмущающей Уран, и о принципиальном пути определения ее местонахождения носилась, фигурально выражаясь, в воздухе. Позднейшие замечательные ра-



боты, которые и привели к открытию Нептуна, возникли не неожиданно. Почва для них была заранее подготовлена.

Карты участка звездного неба в созвездии Водолея, где И. Галле нашел Нептун (планета указана стрелкой на нижней карте). Крестом отмечено место, где должен был находиться Нептун, согласно расчетам Леверье



«УЛЬТРАФИОЛЕТОВЫЙ ПУЛЬСАР»

Тесная двойная система DQ Геркулеса состоит из белого карлика (масса 0,25 солнечной) и красного карлика (0,27 солнечной). В этой системе наблюдались оптические пульсации с периодом 71,1 секунды. Пытаясь объяснить их, американский астрофизик Д. Лэмб построил модель системы, напоминающую модель известного рентгеновского источника Геркулес X-1.

По Лэмбу, красный карлик в системе DQ Геркулеса заполняет свою полость Роша и теряет вещество, которое собирается в диск около белого карлика. Последний обладает сильным магнитным полем — почти 10^8 гс. Вещество диска захватывается этим полем и стекает на магнитные полюсы. В результате и возникает переменность с периодом, равным половине периода вращения белого карлика (142,2 секунды). Лэмб считает, что излучение DQ Геркулеса наиболее интенсивно в ненаблюдаемой ультрафиолетовой области, поэтому белый карлик может быть «ультрафиолетовым пульсаром». Отличается эта система от HZ Геркулеса, где один из компонентов — нейтронная звезда, лишь мощностью излучения. Если Геркулес X-1 испускает около 10^{37} эрг/сек, то источник в DQ Геркулесе — только 10^{33} эрг/сек. Температура излучения DQ Геркулеса более чем в 100 раз меньше, отчего и максимум блеска оказывается смещенным из рентгеновской в ультрафиолетовую область.

«Astrophysical Journal Letters», 192, 3, 1974.

В 1846 году уже после открытия Нептуна Эри выразил эту мысль следующими словами: «Я уверен, что... это открытие есть следствие того, что может быть названо велением времени. Оно было стимулировано чувствами всего научного мира и только оказалось доведенным до конца благодаря совместному, но независимому труду лиц, обладающих талантом и умением, лучше отвечающим такого рода исследованиям».

Правда, Эри, произнося эти слова, больше хотел как-то оправдать свое поведение в истории открытия Нептуна, а не дать объективный анализ всего происшедшего. Однако сами слова Эри вполне правильны. Исследования по проблеме открытия новой планеты назрели. Они лишь ожидали достойных исполнителей.

Историю открытия Нептуна можно сравнить со своеобразной научной драмой в четырех действиях с эпилогом. Содержание первого действия, являющегося прологом, мы описали. В глазах широкой публики второе действие — это исследования Леверье во Франции и фактическое открытие новой планеты на Берлинской обсерватории. Оно началось в конце 1845 года и происходило как бы на открытой сцене. О нем все знали. Зрители — весь европейский научный мир. Главное действующее лицо — Леверье. Лишь в самом конце небольшую, но очень важную роль сыграли молодые немецкие астрономы И. Галле и Г. д'Аррест. В первый же вечер после получения письма Леверье, 23 сентября 1846 года, Галле нашел планету на расстоянии всего одного градуса от той точки неба, которую указал Леверье в результате своих вычислений.

Это действие протекало спокойно, без особых внешних и внутренних коллизий и закончилось триумфальным успехом под горячие аплодисменты зрителей.

Но едва опустился занавес, как научный мир узнал, что в Англии уже с середины 1843 года разыгрываются события, имеющие в целом тот же самый сюжет. И если следовать объективной хронологии, то именно эти события — исследования Дж. Адамса и поиски новой планеты директором Кембриджской обсерватории Дж. Челлисом составляют второе действие драмы. С астрономической точки зрения работы Леверье явились в известном смысле уточненным вариантом исследований Адамса. Вместе с тем подчеркнем, что работы Леверье и само открытие новой планеты сохраняют полную независимость от того, что происходило в Англии. Но это действие шло как бы за кулисами, без зрителей и в тайне от них, и закончилось автоматически, так как в сентябре 1846 года сюжет оказался исчерпанным. Главные действующие лица — Адамс, Эри и Челлис ощущали, что они потерпели неудачу.

В такой ситуации неизбежным стало четвертое действие, как бы послесловие. Восторженные отклики, награды, а также споры, обвинения, оправдания, объяснения — вот основное содержание этого действия, в котором активное участие принимали бывшие зрители. Затем последовал эпилог, поставивший точку на всей истории открытия Нептуна и возвративший астрономическому миру покой.

Кандидат физико-математических наук
Г. А. ФОНАРЕВ
Кандидат физико-математических наук
В. С. ШНЕЕР

Магнитные полюсы Земли

Магнитные полюсы — фокусы силовых линий магнитного поля нашей планеты. Изучение миграции полюсов, происходившей в далекие геологические эпохи, приводит к интересным выводам об эволюции Земли.

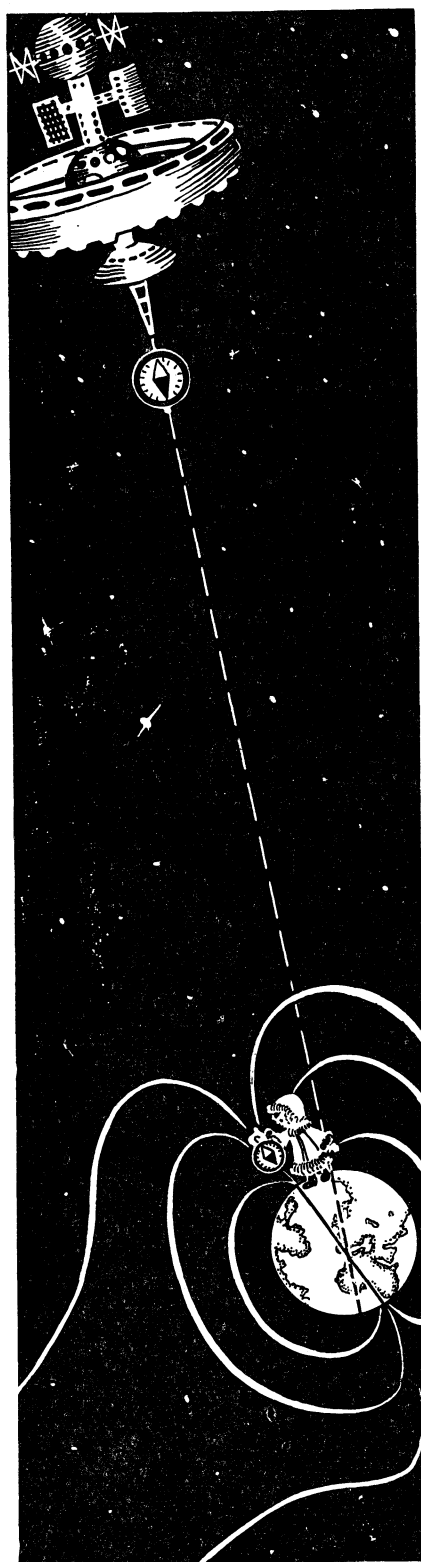
ИЗ ИСТОРИИ ОТКРЫТИЙ

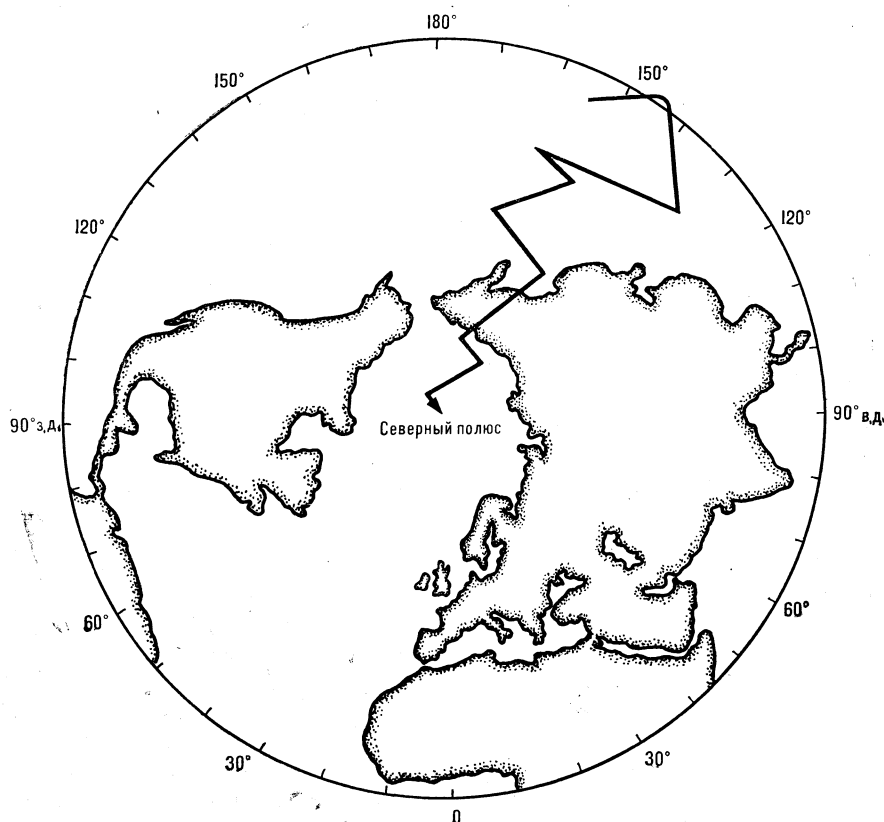
Экспедиции, снаряжавшиеся для достижения полюсов, — интересные, а порой и трагические страницы истории человечества. Северный магнитный полюс открыла в 1831 году английская экспедиция Джона Росса на полуострове Бутия в Канадском Арктическом архипелаге. Координаты полюса были $70^{\circ}05'$ с. ш. и $96^{\circ}46'$ з. д. (В этой экспедиции участвовал племянник Джона Росса Джеймс Кларк Росс, который и определил положение полюса.) Экспериментальные данные показывают, что магнитный полюс представляет собой некоторую область, где наклонение (угол между направлением магнитного поля и плоскостью горизонта) в пределах возможных ошибок равно 90° . Чтобы измерить наклонение, нужно свободно подвесить магнитную стрелку — на полюсе она установится строго вертикально.

В 1904 году великий норвежский полярный исследователь Руал Амундсен открыл северный магнитный полюс вторично, и в другом месте. Оказалось, полюс мигрирует. В настоящее время северный магнитный полюс находится примерно в районе с координатами 75° с. ш. и 99° з. д. Уме-

стно вспомнить гипотезу о втором магнитном полюсе в северном полушарии. Во время легендарного дрейфа ледокольного парохода «Георгий Седов» в Центральном Арктическом бассейне (1938—1940 гг.) было обнаружено, что магнитная стрелка ведет себя необычно. На протяжении большого участка дрейфа она упорно указывала на одну и ту же точку, находящуюся совсем не там, где расположен магнитный полюс. Координаты этой точки были: широта северная 86° , долгота западная 178° . Такой факт, подтвержденный позднее, в 1941 году, наблюдениями советской воздушной экспедиции в районе «Полюса относительной недоступности» на самолете СССР Н-169, был положен в основу гипотезы о двух полюсах. Этот гипотетический полюс назвали «полюс Седова», в отличие от «полюса Росса». Гипотеза продержалась около 15 лет. Последующие массовые наблюдения советских дрейфующих станций не подтвердили существования «полюса Седова». Однако они обнаружили протяженную аномалию магнитного склонения. Начиная от точки с координатами 86° с. ш., 178° з. д. до «полюса Росса», магнитные меридианы сходятся пучком. Ось аномалии примерно параллельна подводному хребту Ломоносова, также открытому в начале 50-х годов советскими полярниками по наблюдениям с дрейфующих станций.

Местоположение южного магнитного полюса было определено значительно позже северного. Несколько экспедиций, снаряженных разными странами, поставили своей целью достичь южного магнитного полюса.





Это выглядело, как солидное международное предприятие, правда, с элементами соперничества и спортивного азарта.

В начале XIX века изучение земного магнетизма оформляется как самостоятельная область науки. Большую роль в этом сыграли великие немецкие ученые Александр Гумбольдт и Фридрих Гаусс. Во время своих путешествий в разных частях Земли Гумбольдт собрал ценные данные об элементах магнитного поля. Гаусс более известен как математик, но он много и плодотворно занимался также геофизикой, когда был директором Гет-

тингенской обсерватории. Гаусс обобщил имеющиеся в то время материалы магнитных наблюдений и рассчитал положение южного магнитного полюса. Германия проявляла большой интерес к геомагнитным исследованиям: немцы основали «Магнитное общество», которое поддерживало работы по земному магнетизму. Такая постановка дела была вызвана нуждами мореплавания. Морская навигация требовала изучения магнитного склонения (угол между географическим и магнитным меридианами), которое главным образом определяется взаимным расположением двух полюсов — географического и магнитного.

Почти одновременно в начале 40-х годов прошлого столетия южного магнитного полюса стремились достичь несколько экспедиций — французская экспедиция Дюмон-Дюрвиля, американская Чарльза Уилкса и английская Джемса Кларка Росса (он

стал старше на десять лет со времени открытия им северного магнитного полюса). Эти экспедиции довольно близко подошли к цели, в те места, где магнитное наклонение равно 89° . В суровой Антарктиде преодолеть оставшийся один градус оказалось далеко не просто. Южный магнитный полюс был открыт много лет спустя, в 1909 году, тремя отважными исследователями Т. Дейвидом, Д. Моусоном и С. Маккеем в экспедиции, которой руководил Эрнст Генри Шеклтон. Перед экспедицией стояли задачи достижения двух южных полюсов — географического и магнитного. Экспедиция Шеклтону оставалось 180 км до географического полюса, что уже было рекордом, но подойти к самому полюсу не удалось.

Научными работами в экспедиции руководил известный австралийский геолог Томас Эджуорт Дейвид, который взял с собой любимого ученика Дугласа Моусона. Моусон, как бы сейчас сказали, был геологом широкого профиля. Но в экспедиции он занимался в основном геофизическими и астрономическими наблюдениями. Моусон был в той самой группе, состоявшей из трех человек, которая должна была отыскать магнитный полюс. О том, что полюс движется, в ту пору уже знали. Произведя на пути следования магнитные наблюдения, Моусон пришел к выводу, что полюс перемещается не к востоку, как предполагалось, а к северо-западу. Были внесены коррективы в маршрут, благодаря чему группа Дейвида достигла магнитного полюса ($72^\circ 25'$ ю. ш., $155^\circ 16'$ в. д.). В настоящее время считается, что южный магнитный полюс находится приблизительно в районе

Такую траекторию описал северный магнитный полюс за 500 млн. лет относительно региона Европа — северная Азия (в пределах погрешностей измерений она же является траекторией географического полюса)



66° ю. ш. и 140° в. д. Судя по скорости и направлению его перемещения, предполагалось, что сейчас полюс должен находиться у самого берега или даже в море.

В 1971 году магнитологи 16-й советской Антарктической экспедиции, работавшие на дизель-электроходе «Обь», сделали попытку найти южный магнитный полюс в океане, у берегов Земли Адели (Антарктида). Для этого «Обь» с высокоточным морским магнитометром сделала несколько галсов вблизи его предполагаемого местонахождения. Когда судно, лавируя среди огромных айсбергов, приближалось к Земле Адели, ученые увидели, что кривая самописца напряженности поля резко пошла вверх. Однако и у самого берега кривая еще не достигла максимума. На этом поиски прекратились. Измерения, выполненные с «Оби», говорят о том, что южный магнитный полюс все еще находится на материке Антарктиды. Как сообщили советским магнитологам их французские коллеги, зимующие на французской южнополярной станции Дюмон-Дюрвиль, полюс в настоящее время находится примерно в 100 км к югу от этой станции.

ПОЛЮС ПОТЕРЯН. КАК НАЙТИ ЕГО?

Попробуем проследить, как мигрировали полюсы, используя немногочисленные прямые измерения. Северный полюс за 120 лет переместился более чем на 300 км к северо-западу. Южный прошел за это же время еще больше: почти 1000 км и тоже на северо-запад. Ну, что же, скажет читатель, скорость известна, направление тоже — задача школьная! Нет-то было! Задача эта пока что не

решена! Дело в том, что полюсы движутся неравномерно по сложной кривой. Проследим за траекторией южного магнитного полюса в течение 110 лет. За первые 70 лет полюс переместился к северу примерно на 3°, а следующие 40 лет двигался на северо-восток с удвоенной скоростью. Таким образом, вычислить координаты полюса по отдельному известному отрезку траектории далеко не просто. Но, может быть, в течение геологических эпох полюсы движутся по замкнутым траекториям? Тогда, установив циклические закономерности, можно было бы прогнозировать местонахождение полюсов. Такое предложение выдвинул советский магнитолог Н. Д. Медведев. В конце 60-х годов он предложил организовать международную службу магнитных полюсов. В задачу такой службы должно входить постоянное измерение магнитного поля в районах магнитных полюсов, предвычисление и контроль их положения. Однако решающее слово принадлежит палеомагнитологам. Это они, изучая остаточную древнюю намагниченность горных пород, определяют структуру магнитного поля Земли в отдаленные геологические эпохи. В основе палео- или ископаемого магнетизма лежит замечательное свойство горных пород: при застывании раскаленных лав они воспринимают и сохраняют направление вектора геомагнитного поля той эпохи. Подобным же свойством обладает обжигаемая керамика, например кирпич. Исследуя намагниченность кирпичной кладки старинных зданий и очагов с помощью археомагнитных методов, можно восстановить направление гео-

магнитного поля в историческом прошлом. В последнее время архео- и палеомагнитологи научились определять не только направление, но и интенсивность «ископаемого» поля. («Земля и Вселенная», № 4, 1968 г., стр. 15—19.— Ред.)

Появилась реальная возможность восстановить движение магнитных полюсов в далеком прошлом. И вот выяснилось, что за 600 млн. лет северный магнитный полюс прошел почти 90° от экватора до географического северного полюса по довольно сложной траектории. Казалось бы все хорошо и остается только объяснить причину дрейфа магнитного полюса. Но дело в том, что траектория полюса построена по палеомагнитным данным только одного материка — Европы и северной Азии. Попытки привлечь результаты измерений на разных материках (Америка, Австралия, южная Азия) дали такой разный набор направлений, что в некоторые эпохи движение полюса для разных материков получалось противоположным. Правда, согласия траекторий можно достичь, если соответствующим образом сместить материки со своих теперешних мест...

ДРЕЙФ ПОЛЮСОВ ИЛИ ДРЕЙФ МАТЕРИКОВ?

Итак, не передвинув материки, невозможно однозначно восстановить движение магнитного полюса в прошлом. Этот факт — один из важных геофизических аргументов в пользу теории материкового дрейфа. Здесь мы затрагиваем животрепещущую тему, которая, однако, выходит за рамки нашего рассказа. («Земля и Все-

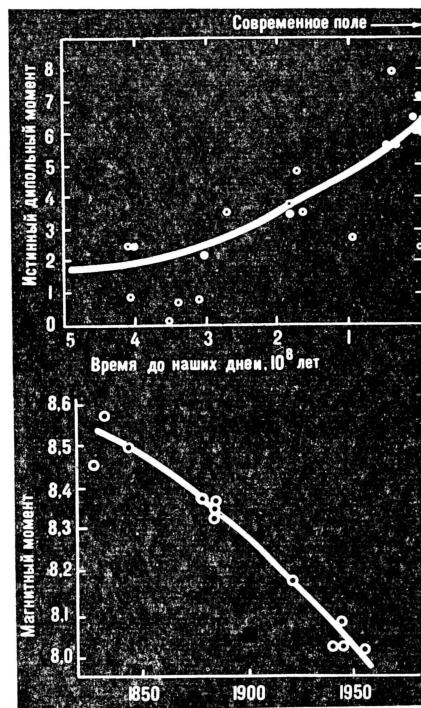


ленная», № 5, 1974 г., стр. 20—28.— Ред.) Но, как известно, движение материков столь медленно, что на протяжении всей истории человечества не происходило сколько-нибудь значительного их смещения. В то же время заметные перемещения магнитного полюса были установлены даже со времени первых прямых измерений. Если перемещение материков происходит примерно со скоростью 2—3 см в год, то современная скорость перемещения магнитных полюсов 5—10 км в год! Значит, быстрые современные смещения полюса не могут быть связаны с дрейфом материков, подобно миграциям палеомагнитного полюса, и, вероятно, вызваны другими причинами.

Как же так?! — ведь речь идет о движении одного и того же магнитного полюса, почему же за последние 100 лет он продвинулся больше, чем за древние десятки миллионов лет? Попробуем разобраться.

ДИПОЛЬ ИЛИ МУЛЬТИПОЛЬ?

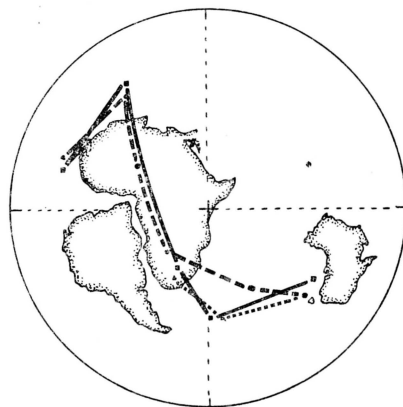
Еще в древности земной магнетизм пытались объяснить существованием одного сильного магнита, помещенного где-то в недрах Земли так, что один его полюс находится вблизи Северного, а другой вблизи Южного географического полюсов. По наименованию географических полюсов, на которые, как считали моряки и географы, показывает магнитная стрелка, были названы ее концы. Когда выяснилось, что магниты притягиваются разноименными полюсами, пришлось констатировать общеизвестный сейчас факт, что вблизи Северного полюса располагается южный магнетизм, а вблизи Южного — северный. Очевид-



но по традиции мы теперь продолжаем называть магнитные полюсы по их географическому положению.

Еще древние мореплаватели замечали, что далеко не везде северный конец магнитной стрелки указывает на север. Это свойство магнитного поля Земли (магнитное склонение) открыл Христофор Колумб в своем первом знаменитом плавании. Вскоре моряки и сухопутные путешественники начали систематически измерять склонение магнитной стрелки и отмечать на картах его величину. Проведенные на картах магнитные меридианы пересекались (в среднем) около географических полюсов в точках магнитных полюсов. Оказалось, однако, что далеко не все меридианы проходят рядом с полюсом. Кроме того, направление магнитных меридианов сильно изменялось от точки к точке, и, в отличие от географических, они пред-

Изменение магнитного поля Земли за 400 млн. лет (верхний рисунок) и за одно столетие (нижний рисунок). Нетрудно видеть, что хотя геомагнитное поле в среднем увеличивается (растет дипольный магнитный момент), за геологически кратковременный интервал оно может уменьшаться, а иногда и менять знак



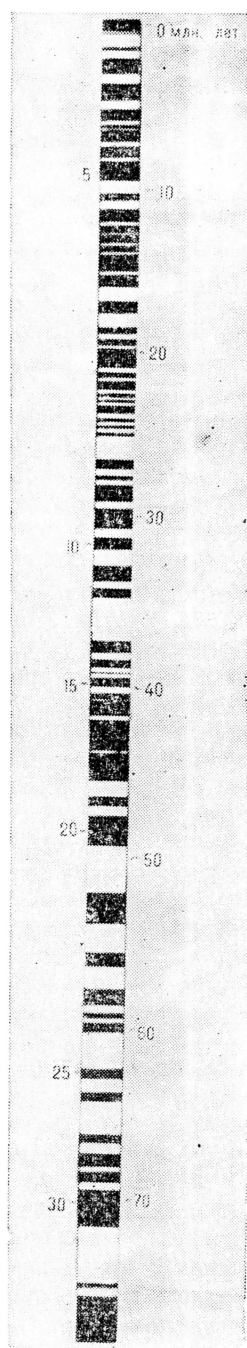
По такой траектории перемещался полюс в течение палеозойской эры. Данные получены при изучении горных пород на трех южных континентах — Африки (траектория полюса показана сплошной линией), Южной Америки (штриховая линия) и Австралии (пунктирная линия). Необходимо предположить, что в палеозойской эре Африка и Южная Америка были единым континентом

ставляли собой довольно извилистые линии.

Стало быть, магнитное поле Земли нельзя представить полем одного магнита. Может быть, поле Земли не дипольное, а более сложное? Теоретически можно отделить поле диполя от недипольной части. Довольно хорошо соответствует реальному полю диполя, несколько смещенного от центра Земли, ось которого составляет угол 11° с осью ее вращения.

Если основные, дипольные полюсы дрейфуют по незамкнутой траектории уже полмиллиарда лет, то недипольное поле, вероятно, меняется циклически, хотя и с очень большим периодом. Известно, например, что теперь магнитное поле Земли дрейфует с востока на запад со скоростью $0,2^\circ$ в год. С этим дрейфом, по-видимому, и связано современное быстрое перемещение полюсов с юго-востока на северо-запад. Но это еще не последняя трудность и загадка в поведении магнитного поля Земли. Мало того, что оно меняется во времени и пространстве — оно еще изменяет свою полярность! Это значит, что существовали периоды, когда северный магнитный полюс был южным, а южный — северным.

Исследуя образцы древних горных пород и магнитные аномалии океанского дна, ученые подтвердили факт инверсий геомагнитного поля и время этих инверсий. Например, около 700 тыс. лет назад поле имело полярность, обратную современной, а 2,5 млн. лет тому назад — такую же, как сейчас. Еще ранее также обнаруживали инверсию поля. Кроме того, на фоне продолжительных эпох определенной полярности наблюдались



«Колонка» показывает эпохи прямой и обратной полярности геомагнитного поля за последние 80 млн. лет. Черные полосы — полярность такая же, как в настоящее время, белые — обратная

относительно кратковременные эпизоды переманчивания длительностью в несколько тысячелетий. В сумме же за последние 4,5 млн. лет периодов с той и другой полярностью было примерно поровну. Вот эти-то факты и заставили магнитологов отойти от гипотезы магнитного поля как поля одного или многих постоянных магнитов и искать другие причины земного магнетизма.

ВСЕ ГЛУБЖЕ И ГЛУБЖЕ...

Уже давно ученые сомневаются в возможности существования постоянного магнита в центре Земли из-за господствующих там высоких температур. Как известно, при нагреве постоянного магнита до температуры выше «точки Кюри» его магнитный момент резко уменьшается. Поэтому некоторые ученые стали разрабатывать гипотезу об источниках поля в холодной оболочке Земли — ее коре. Однако значительные изменения, которые испытывает магнитное поле во времени, вызывают серьезные возражения против этой гипотезы. Проведенные недавно измерения с помощью искусственных спутников Земли указывают на глубинное положение источников поля. Таким образом, мнение о глубинных источниках получило серьезную экспериментальную поддержку. Примирить кажущиеся противоречия теории и эксперимента помогло представление о глубинных электрических токах. Внутри Земли природа построила своеобразную электростанцию. Работает она подобно обычной динамо-машине с самовозбуждением. Для начала работы



«земного динамо» необходимо слабое «затравочное» магнитное поле. В дальнейшем индуцированный в «динамо» ток, а значит, и поле усиливаются до некоторой постоянной величины. Ротор — твердая оболочка Земли — вращается относительно статора — земного ядра с некоторым опережением. Процессы на границе ядра и мантии являются определяющими для работы «земного динамо», а конвективные потоки вещества, возникающие в Земле под действием разностей температур и плотностей, служат дополнительным источником тока.

«Земное динамо» работает с перебоями в геологических масштабах времени. Его функционирование зависит от многих параметров, изменение которых нарушает режим работы динамо и влечет за собой колебания величины магнитного поля и, как следствие, — миграцию полюсов.

В принципе, ток «в обмотках» земного динамо может течь равновероятно в обе стороны, то есть северный и южный магнитные полюсы могут меняться местами. Следовательно, эпизодическая смена полярности геомагнитного поля не противоречит принципам работы «земного динамо». Этот же механизм может объяснить колебания магнитных полюсов около некоторого среднего положения. В свою очередь, среднее положение полюса должно, согласно этому механизму, совпадать с полюсом вращения Земли. По-видимому, за 600 млн. лет дрейф главного дипольного полюса действительно соответствовал в общих чертах дрейфу географического полюса. Последний же перемещается в результате долгопериодических из-

менений угла наклона земной оси к плоскости эклиптики.

Можно считать, что в настоящее время мы знаем наиболее вероятные принципы генерации магнитного поля Земли, однако полной количественной теории земного магнетизма пока еще нет.

ВЗГЛЯД ИЗ КОСМОСА...

Итак, мы знаем, как ведут себя магнитные полюсы на поверхности Земли во времени и пространстве и где находятся источники главного геомагнитного поля. А как все это выглядит из космоса? Как далеко от Земли космонавт может обнаружить геомагнитное поле и его полюсы своим магнитометром?

В Солнечной системе существует межпланетное магнитное поле, напряженность которого примерно в 10 000 раз меньше земного. Земное поле имеет довольно четкую границу на стороне, обращенной к Солнцу («граница магнитосферы»). Космонавт, подлетая к Земле со стороны Солнца, может по магнитометру определить момент прохождения этой границы. На больших высотах магнитометр чувствителен лишь к дипольному геомагнитному полю, так как недипольная его часть, меньшая по величине и протяженности, быстро затухает с высотой. Если же на этих высотах определить положение магнитного полюса, то его проекция на земную поверхность и будет дипольным полюсом Земли. Дипольные полюсы не совпадают с магнитными, они располагаются примерно в точках с координатами $78^{\circ} 5' \text{ с. ш.}, 69^{\circ} 3' \text{ з. д.}; 78^{\circ} 5' \text{ ю. ш. и } 110^{\circ} 9' \text{ в. д.}$ Это — геомагнит-

ные полюсы. Казалось бы, что эти полюсы, которые на Земле и обнаружить-то нельзя, представляют чисто абстрактный интерес. Но это не так.

С геомагнитными полюсами связано большинство явлений, происходящих в магнитосфере Земли. Например, геомагнитные полюсы контролируют захват частиц солнечной радиации магнитосферой Земли; на них центрируются «зоны наибольшей повторяемости и интенсивности полярных сияний» и т. д. Недаром геомагнитные полюсы так интересуют магнитологов. В этих точках организованы обсерватории Туле (Гренландия) и Восток (Антарктида).

Изучение геофизических процессов на геомагнитных полюсах играет очень важную роль в космических полетах. Поскольку магнитные силовые линии воронкой расходятся из геомагнитных полюсов, там отсутствует опасная для космонавтов радиация, захваченная магнитным полем. При вылете в космос через такую воронку можно уменьшить меры по радиационной защите космонавтов. Наблюдения за магнитным полем на геомагнитных полюсах дают сведения о «погоде» в околоземном космическом пространстве, используются для диагноза и прогноза явлений в полях и частицах наших космических окрестностей. Так изучение сокровенных глубинных процессов Земли сомкнулось с космическими исследованиями.

Доцент
Н. НИКОЛОВ (НРБ)

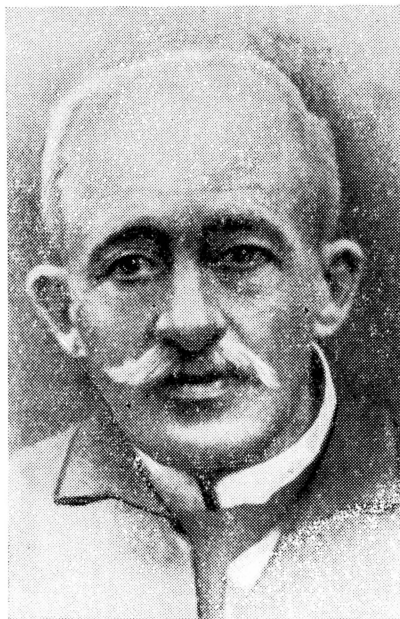
Астрономия в Болгарии за годы Народной власти

Истоки болгарской астрономии затеряны в глубокой древности. Древние болгары имели один из самых совершенных в мире календарей. Однако тяжелые исторические перипетии болгарского народа и прежде всего пятивековое османское иго стерли начисто все накопленное вкладах болгарской культуры, и лишь отдельные «блики» сверкали в ночь тяжелого рабства. Например, 8 октября 1577 года неизвестный болгарский наблюдатель обнаружил комету, открытие которой месяцем позже приписали учителю И. Кеплера М. Мёстлину.

После освобождения Болгарии русскими войсками в 1878 году развитие болгарской науки фактически началось заново. Первым в 1892 году стал читать лекции по астрономии в Софийском университете воспитанник физико-математического факультета Московского университета профессор М. Бачеваров (1859—1926). В 1894 году он основал астрономическую обсерваторию при Софийском университете. С 1928 по 1966 год кафедру астрономии и обсерваторию возглавлял профессор Н. Бонев (р. 1898) — автор первых университетских учебников по астрономии на болгарском языке.

9 сентября 1944 года болгарскую астрономию представляла кафедра астрономии и астрономическая обсерватория с научным персоналом из одного профессора и одного ассистента. Для преподавания и научных исследований они располагали несколькими инструментами, самым большим из которых был 16-сантиметровый рефрактор. До социалистической революции из-под пера болгарских астрономов вышло всего несколько де-

В тысячелетней истории болгарского народа последние тридцать лет, истекшие со Дня победы 9 сентября 1944 года, — время коренных преобразований во всех сферах жизни. Заложены прочные основы для успешного развития в стране науки и культуры.

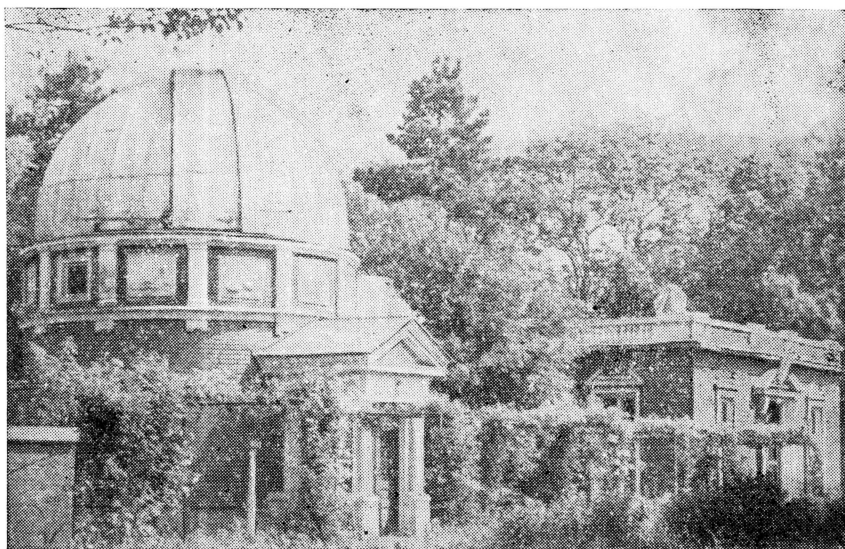


Профессор М. Бачеваров (1859—1926). Его лекции положили начало университетскому астрономическому образованию в Болгарии

сятков статей. Наиболее интересна теоретическая работа К. Попова (1880—1960), который предложил оригинальный метод учета возмущения со стороны Юпитера на движение малой планеты Гекубы. В дальнейшем применение этого метода в баллистике принесло К. Попову международную известность. Получили признание работы Н. Бонева о происхождении лунных кратеров. Изучение статистического распределения кратеров на поверхности Луны привело Н. Бонева к выводу, что по крайней мере большие кратеры, наблюдаемые с Земли, образованы вулканическими процессами. Вот, пожалуй, и все значительные достижения астрономии в дореволюционной Болгарии.

За тридцать лет Народной власти уровень науки и культуры болгарского народа неизмеримо возрос. Коренные изменения произошли и в астрономической науке. В 1952 году была создана Секция астрономии в Физическом институте Болгарской Академии наук. На протяжении 20 лет ею руководил член-корреспондент Н. Бонев. Увеличилось число преподавателей астрономии в Софийском университете. Курс астрономии читается теперь в Университете города Пловдива и в Педагогическом институте города Шумена.

Запуск в СССР первого в мире искусственного спутника Земли положил начало исследованиям космического пространства болгарскими учеными. В Софии была организована станция для оптических наблюдений спутников. Это была одна из первых станций, созданных за пределами Советского Союза. Болгарские специалисты, наблюдая за полетом искус-



венных спутников Земли, изучают гравитационное поле нашей планеты, исследуют ионосферу и высокие слои атмосферы, а также связь ее параметров с солнечной активностью. Они и сейчас деятельно работают по программе «Интеркосмос».

Успехи в освоении космического пространства пробудили интерес к астрономии у широких народных масс. Энтузиасты этой науки создали первые в Болгарии народные астрономические обсерватории и планетарии. В 1961 году открыла свои двери народная обсерватория в Стара-Загоре, затем планетарий в Димитровграде, обсерватория в Белоградчике, обсерватория и планетарий в Варне и Ямболе, обсерватория в Кырджали, планетарий в Смоляне. («Земля и Вселенная», № 3, 1973 г., стр. 70—72.—Ред.) Некоторые из них оснащены вполне современной наблюдательной аппаратурой. Например, обсерватория в Белоградчике имеет 60-сантиметровый рефлектор Цейсса. Недалеко от Варны установлен 50-сантиметровый рефлектор. Его построили в мастерских Секции астрономии Болгарской Академии наук. Народные обсерватории в Стара-Загоре, Белоградчике и Варне участвуют в наблюдениях искусственных спутников Земли.

За последние годы в астрономиче-

ской науке произошли и некоторые организационные преобразования. В 1972 году два центральных учреждения — Секция астрономии Болгарской Академии наук и кафедра астрономии Софийского университета объединились в Сектор астрономии. В секторе работает Совет народных обсерваторий и планетариев, который осуществляет методическое руководство ими. На юге страны строится Национальная астрономическая обсерватория. Через два-три года на ней вступит в строй 2-метровый телескоп системы Ричи — Кретьена, изготавливаемый фирмой «Цейсс».

Какие же исследования проводятся на обсерваториях? Разумеется, в основном такие исследования, которые не требуют больших телескопов, например наблюдения метеоров и переменных звезд.

Профессор Н. Бонев (р. 1898), почти 40 лет руководивший кафедрой астрономии и астрономической обсерваторией Софийского университета

Астрономическая обсерватория Софийского университета, основанная в 1894 году. На переднем плане башня 16-сантиметрового рефлектора. В 1957 году на обсерватории начались наблюдения искусственных спутников Земли

Визуальные наблюдения метеоров потока Персеид М. Попова и А. Бонев начали в 1950 году. Постепенно в работу включились и молодые астрономы. Многолетние визуальные наблюдения потока показали, что, в отличие от метеоров фона, распределение персеид со временем не соответствует пуассоновскому. И по сей день с визуальных, телескопических и фотографических наблюдений метеоров начинается обучение юных любителей астрономии в специализированном лагере-школе, организованном народной обсерваторией в Кырджали и Сектором астрономии. По инициативе Н. Николова во многих обсерваториях наблюдаются покрытия звезд Луною.

Первой приступила к фотографическим наблюдениям переменных звезд М. Попова на Софийской обсерватории. Она фотографировала звездное небо камерами, соединенными с 16-сантиметровым рефрактором, в который осуществлялось гидирование. Уже открыто немало новых переменных звезд и среди них очень интересная KR Возничего. Элементы новых или недостаточно изученных переменных исследовались особенно подробно.

Известность приобрели работы Н. Николова и Г. Иванова, изучавших

показатели цвета цефеид, Р. Русева, исследовавшего красные переменные звезды в шаровых скоплениях и М. Поповой с сотрудниками, которые определили содержание различных типов нестационарных звезд в скоплениях. Магнитными переменными звездами занимается в Болгарии Р. Радков. А. Николов и К. Панов вместе со специалистами из Института астрофизики ГДР определяли показатели цвета этих звезд в 10-цветной фотометрической системе, которая включает и систему показателей цвета, разработанную в Вильнюсе. («Земля и Вселенная», № 6, 1972 г., стр. 16—18.—Ред.) Б. Ковачев и В. Добричев исследовали сверхгиганты ранних спектральных классов по спектрам, сфотографированным на 122-сантиметровом телескопе Крымской астрофизической обсерватории АН СССР. На этом инструменте В. Добричев получил также многочисленные спектрограммы металлических звезд.

И впредь переменные звезды будут занимать значительное место в астрономических исследованиях, проводимых болгарскими астрономами. Эта работа включена в планы двустороннего сотрудничества между Софийским и Московским университетами, а недавно — и в планы многостороннего сотрудничества Академии наук социалистических стран по проблеме «физика и эволюция звезд», координируемой Астрономическим советом АН СССР.

Солнечная активность была предметом ряда исследований, выполненных А. Боневым и М. Калинковым с сотрудниками. Изучалась пятнообразовательная деятельность Солнца, прогнозировался уровень солнечной

активности. А. Бонев обнаружил сверхвековой (длительность около 180 лет) цикл солнечной активности.

Значительных успехов добились болгарские ученые и в области внегалактической астрономии. Н. Калицин, Р. Зайков, И. Недялков и М. Калинков предложили модель квазара, в которой изменения блеска этих загадочных объектов объясняются вспышками сверхновых звезд. Оригинальное и творческое применение статистических методов позволило М. Калинкову с сотрудниками подтвердить существование скопления галактик второго и, вероятно, третьего порядка, что говорит в пользу иерархической структуры Вселенной. Эти же болгарские специалисты показали, что некоторые скопления галактик вращаются.

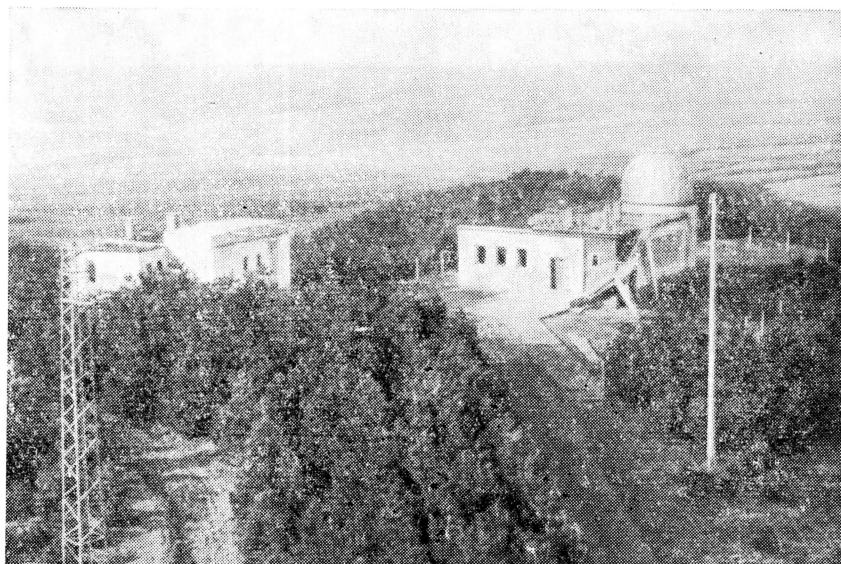
Несколько слов о работе болгарских приборостроителей. Как уже отмечалось, ими изготовлен 50-сантиметровый телескоп, механика и электроника которого отличаются многими современными элементами. Конструк-

торы астрономических приборов во главе с Г. Блажевым построили пластмассовый купол новой конструкции. Над повышением эффективности фотграфических наблюдений работают С. Владимиров с сотрудниками.

По существу, болгарская астрономия получила развитие после социалистической революции 1944 года. Благоприятные условия, созданные Народной властью для научных исследований в стране, подкреплялись творческим сотрудничеством с астрономами других социалистических стран и, прежде всего, советскими специалистами. Сегодня уже можно говорить не только об успехах отдельных болгарских астрономов, но и об успехах астрономии в Народной Республике Болгарии.

В прошлом 1974 году, когда весь болгарский народ праздновал 30-летие социалистической революции 9 сентября 1944 года, астрономы Болгарии отметили 80-летний юбилей астрономической обсерватории Софийского университета. Признавая ее заслуги в развитии астрономии, Государственный совет Народной Республики Болгарии наградил обсерваторию орденом Кирилла и Мефодия I степени.

Народная астрономическая обсерватория в Белоградчике, где установлен 60-сантиметровый рефлектор Цейсса. На этом инструменте выполняются фотоэлектрические наблюдения.





1945
1975

Кандидат физико-математических наук
С. Е. АЛЕКСАНДРОВ

Геодезисты на фронте

В славную годовщину 30-летия Победы над гитлеровской Германией необходимо вспомнить и об активном участии в Великой Отечественной войне советских топографов и геодезистов. Об их вкладе в общее дело Победы над фашизмом можно судить хотя бы по количеству рабочих, инженерно-технических работников, служащих, солдат, офицеров и генералов Военно-топографической службы Советской Армии, награжденных орденами и медалями Советского Союза в годы войны. Их больше пяти тысяч человек. Свыше двадцати военнотопографических частей и предприятий стали орденоносными. Топографические части, участвовавшие в обеспечении крупнейших операций на фронтах, получили почетные названия, например Краковский геодезический отряд. В декабре 1943 года орденом Красного Знамени было награждено Ленинградское военнотопографическое училище — основное учебное заведение, готовящее квалифицированных военных топографов и геодезистов.

Геодезисты и топографы в Великой Отечественной войне решали две основные задачи — обеспечивали все рода войск топографическими картами и артиллерию точными координатами боевых порядков и целей, которые необходимо было уничтожить на территории, занятой противником.

Первая из них вряд ли требует пояснений. Ведь не имея на руках карты, невозможно не только планировать и вести бой, но и просто передвигаться к намеченному пункту или рубежу. Важно и то, что геодезист и топограф вступают в войну задолго до ее начала, выполняя геодезиче-



Офицеров топографической службы можно было встретить везде: на переднем крае при уточнении карт, на огневых позициях, на командных и наблюдательных пунктах, на огневых точках ДОТ и ДЗОТ за составлением стрелковых карточек и планшетов и даже в разведке

ское и топографическое изучение театра будущих военных действий.

По поводу второй задачи, пожалуй, стоит сказать несколько слов. Было время, когда артиллеристы действовали по принципу «Не вижу — не стреляю». Современная артиллерия, как правило, бьет с закрытых позиций по целям, лежащим за пределами непосредственной видимости, — «Не вижу цели, но поражаю». Для того, чтобы снаряды попадали в цель, необходимо знать расстояние до цели и направление (азимут) на нее из точки, в которой расположено орудие. И то и другое можно получить наиболее точно и быстро путем несложных вычислений, если известны геодезические координаты орудия и цели в единой системе.

Оптимальный вариант решения такой задачи — создание в районе сосредоточения артиллерии, как правило, заблаговременно специальной, достаточно густой сети геодезических пунктов и снабжение войск каталогами геодезических координат этих пунктов. В этом случае геодезические координаты орудия быстро определяют путем «привязки» к ближайшему геодезическому пункту. Координаты огневых средств противника можно получить путем «засечек» на звук или световую вспышку выстрела с тех же геодезических пунктов или «привязанных» к ним наблюдательных пунктов. Чаше всего координаты целей (живая сила противника, его фортификационные сооружения и огневые средства) снимаются с топографической карты, на которую они наносятся по данным воздушной разведки.

Начало Великой Отечественной вой-



ны застало многих военных геодезистов и топографов вблизи нашей западной границы. Находившиеся здесь части Военно-топографической службы понесли тяжелые потери в людях и технике и были отведены на переформирование в глубину страны. Для их пополнения пришли геодезисты, астрономы и топографы гражданских предприятий, учреждений и ведомств.

Особенно тяжелое положение сложилось с обеспечением войск топографическими картами. Склады с запасами карт, рассчитанными на обеспечение наступательных действий наших войск, расположенных на западе страны, были в значительной мере уничтожены или находились в пути на восток. К тому же боевые действия быстро переместились так далеко от границы, что с особой остротой встала задача в кратчайшие сроки закончить создание топографических карт масштаба 1 : 100 000 на европейскую часть СССР до Волги включительно.

Благодаря огромному напряжению сил военных и гражданских геодезистов и топографов в небывало короткие сроки — с июля по декабрь 1941 года — были выполнены топографические съемки и рекогносцировки на площади, равной половине территории капиталистических стран Европы (более 2 млн. км²), составлены тысячи листов карт разного масштаба и издано почти 200 млн. листов карт. Таким образом, с «картографическим голодом» в Советской Армии было навсегда покончено.

Всего за годы Великой Отечествен-

ной войны картографическими предприятиями Военно-топографической службы Советской Армии и Главного управления геодезии и картографии при Совете Министров СССР было издано более 930 млн. листов карт различного масштаба.

Расход карт во всех крупных операциях Советской Армии измерялся сотнями тысяч и миллионами экземпляров. Так, берлинская операция потребовала выдачи войскам участвовавших в ней трех фронтов более 6 млн. листов карт. Не следует забывать, что составлять и издавать эти листы приходилось часто в условиях недоедания, недостатка людей, под звуки воздушной тревоги, не прекращая работы ни днем, ни ночью.

В дополнение к картам, издаваемым централизованно, непосредственно в действующей армии, в специально созданных подвижных картографических подразделениях Военно-топографической службы было издано за годы войны более 35 млн. листов различной картографической продукции, срочно необходимой войскам. К их числу относились планы городов и узлов дорог, специальные разведыва-

■
На геодезическом пункте геодезической разведки. Координаты стреляющих вражеских орудий и батарей ночью «засекали» по световым вспышкам. Снятые с теодолита отсчеты передавались по телефону на пункт обработки и моментально засеченные цели наносились на дежурную карту

тельные карты и схемы, танковые карты, карты водных рубежей и т. д. Широко использовались для их составления материалы воздушного фототопографирования, выполнявшегося нашими отважными летчиками по специальным заданиям.

Рассказывая о геодезическом обеспечении боевых действий войск, уместно вспомнить, что за годы Великой Отечественной войны частями Военно-топографической службы в тесном взаимодействии с артиллеристами-топографами были определены точные координаты около 200 тыс. опорных геодезических пунктов и сотен тысяч целей. Кроме того, были выполнены геодезические привязки более 90 тыс. боевых порядков артиллерии. Все эти работы велись в ускоренные сроки, в любое время дня и ночи, нередко под огнем противника.

Очень часто решать поставленные боевые задачи помогала находчивость советского человека, его умение выходить из любого положения и умело использовать «подручные» средства. Так, например, при составлении рукописей каталогов координат геодезических пунктов, размножаемых потом на гектографе, вместо отсутствующих тогда чертежных перьев использовали гусиные (совсем как в пушкинские времена). Умело очиненные гусиные перья писали ничуть не хуже чертежных, но к сожалению, сильно скрипели...

Когда наша артиллерия стала быстро продвигаться вперед, геодезисты обеспечивали артиллерийские части



Топографическая вежа с указателем
дислокации подразделения 75-го
Краснознаменного Краковского гео-
дезического отряда, установленная
3 мая 1945 года у Бранденбургских
ворот в Берлине



1945
1975

геодезическими координатами тех пунктов, которые хорошо опознавались на местности (колокольни церквей, мосты, узлы дорог, фабричные трубы и т. д.). Координаты таких объектов, расположенных на территории, еще занятой противником, несколько офицеров (4—5 человек) иногда снимали со свежих листов карт масштаба 1 : 100 000, и снятые данные осреднялись. Последующая проверка показала, что этот «метод» давал координаты с точностью, которая вполне удовлетворяла артиллеристов в боевых условиях.

Приведем несколько примеров самоотверженности геодезистов по материалам газеты «Красная Звезда» военных лет: «Брянский фронт. 2 апреля (по телеграфу от нашего корреспондента).

С теодолитом в руках и с винтовкой за плечами самоотверженно работают на передовых позициях боевые помощники артиллеристов — военные топографы. Особенно удовлетворены артиллеристы действиями топографической группы, которую возглавляет младший лейтенант Нос.

Топограф младший лейтенант Жуков, находясь за 500 м от линии немецкой обороны, под сильным обстрелом отлично выполнил топографическую съемку и определил огневые точки неприятеля. Несколько фашистов подползло к топографу, рассчитывая, видимо, захватить его в плен. Тогда Жуков положил теодолит, взял винтовку и стал отстреливаться. Он не подпустил к себе вражеских солдат.

Топографы лейтенант Петров и красноармеец Тарасов засекли огневые точки противника. Несмотря на

усиленный минометный огонь, они не прекращали работы. Отдельные точки не были видны из укрытия, в котором находились топографы. Тогда Петров выполз из укрытия и продолжал работу.

Немецкие минометчики обнаружили отважного топографа и открыли по нему ожесточенный огонь. Одна мина разорвалась рядом. Петров упал, смертельно раненный. Красноармеец Тарасов услышал его крик: «Возьми карту, передай быстрее!». Боец подполз к командиру и увидел, что тот уже мертв.

Вскоре Тарасов сам был ранен, но все же вынес с поля боя тело своего героя-командира и доставил командованию ценный материал топографической съемки» (3 апреля 1942 года. «Мужество советских топографов»).

«Действующая армия 28 мая (спецкор ТАСС). Топографический отряд инженера-капитана Седельникова получил задание срочно определить для артиллерии опорные точки на открытой местности вблизи от передового края противника. Немцы хорошо просматривали этот участок с наблюдательного пункта, расположенного на высоком здании в прифронтовой деревне. При малейшем движении за своим передним краем враг немедленно открывал артиллерийский и минометный огонь.

Лейтенант Анатолий Капабухов все же сумел перехитрить фашистов. Воспользовавшись ненастной ночью, он добрался с группой бойцов в простреливаемую зону, с большой точностью произвел в темноте необходимые промеры, поставил столбики и на рассвете полностью закончил все

инструментальные измерения. Ночная вылазка топографов к переднему краю немцев дала отличные результаты». (29 мая 1943 года. «Топографы переднего края».)

Еще один пример. В начале декабря 1941 года немцы подвели для обстрела Ленинграда на станцию Горы знаменитую «Большую Берту» (калибр 420 мм). После третьего выстрела, в ночь на 12 декабря, она была засечена военными геодезистами и в тот же день уничтожена ударами нашей авиации.

Заканчивая краткий рассказ о геодезистах и топографах в военные годы, хочу привести слова генерал-лейтенанта А. С. Николаева: «В Великой Отечественной войне не было ни одной операции, в которой в той или иной мере не участвовали военные топографы. Тяжелые оборонительные бои под Смоленском, Киевом, оборона Ленинграда, разгром немцев под Москвой, Сталинградская битва и сражение на Курской дуге, наконец, завершающий разгром немцев в берлинской операции — все эти героические страницы истории Советской Армии насыщены эпизодами самоотверженного труда военных топографов, непрерывно и своевременно обеспечивавших войска картами и геодезическими данными на территории боевых действий».



1945
1975

Инженер-полковник,
профессор
Р. В. КУНИЦКИЙ

«Звезды смотрят вниз» на наши самолеты

Основное достоинство астрономических средств самолетовождения заключается в их полной независимости от связи самолета с землей. Штурман, пользующийся астрономическим ориентатором, счетно-решающий механизм которого непрерывно «выдает» географические координаты места самолета, или самостоятельно измеряющий высоты светил секстантом с последующей их вычислительной обработкой, не нуждается ни в видимости земли, ни в радиосвязи с ней. Ему не страшны «помехи», нарушающие радиосвязь. А ведь радиопомехи возникают не только из-за чрезмерной активности Солнца, но могут создаваться искусственно, например, при налетах авиации на вражескую территорию.

Имеется у астрономических средств и ряд других специфических особенностей, благодаря которым во время сверхдальних перелетов, когда трассы самолетов пересекают полярные районы или обширные водные пространства океанов, астрономические средства становятся наиболее надежными из всех существующих средств самолетовождения. Сейчас на самолетах установлены автоматически действующие астроориентаторы и астрокомпасы. Однако далеко не так обстоит дело тридцать лет назад, в памятные годы Великой Отечественной войны.

Тогда наши авиаштурманы имели лишь секстант, который не был снабжен автоматическим осреднителем измеряемых высот светил, и «солнечный указатель курса», заменявший при полетах в высоких широтах обычный магнитный компас. Тем не менее еще задолго до нападения фашист-

Во время Великой Отечественной войны с наших аэродромов ночью взлетали бомбардировщики, экипажи которых должны были разыскать далекие военные объекты противника. Нередко сделать это им помогали звезды.



ской Германии на Советский Союз небесные светила неоднократно использовались в целях самолетовождения. Пожалуй, наиболее яркими примерами этого являются сверхдальние перелеты (до 10 000 км) в дальневосточные районы нашей страны, а также



Р. В. Кунцкий с авиационным секстантом (1942 г.)

через Северный полюс в США и через водные просторы Атлантического океана. Сверхдальним перелетам предшествовала грандиозная (свыше 30 000 человеко-часов) работа по предвычислению высот, азимутов и минутных изменений высот Солнца и Луны для ряда точек земной поверхности, отстоящих друг от друга на 100—200 км и расположенных вблизи трассы перелетов. Работа эта исключительно ответственная, не допускавшая даже незначительных вычислительных ошибок, была успешно выполнена в Государственном астрономическом институте имени П. К. Штернберга. В ней были заняты почти все сотрудники института, иногда работавшие двое суток подряд. И это не удивительно: предвычисления производились по многу раз небольшими порциями всего лишь на несколько дней вперед, ибо точная дата начала перелета заранее известна не была — она зависела от метеорологических условий вдоль всей протяженной трассы. И можно с уверенностью сказать, что в ряде случаев произведенные предвычисления оказали штурманам самолетов Героям Советского Союза А. В. Белякову, С. А. Данилину, И. Т. Спирину и другим существенную помощь.

Когда перелеты совершались на большие расстояния, астрономические предвычисления для них обычно не производились и измерения высот небесных светил чаще всего преследовали экспериментально-тренировочные цели. По мере признания целесообразности астрономических методов самолетовождения, штурманов стали обучать основам авиационной астрономии. Но лишь немногие из них

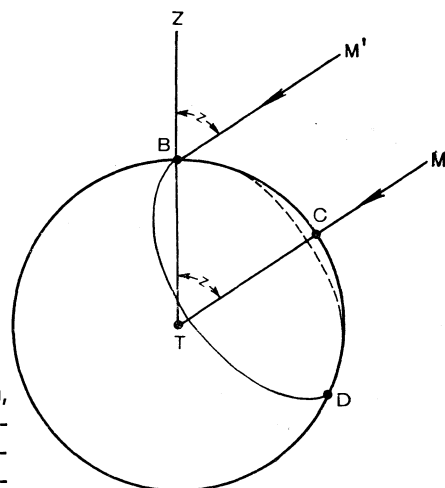
обладали необходимыми практически навыками. Чтобы приобрести такие навыки, нужна была длительная тренировка сначала на земле, при устойчивом положении наблюдателя, а в дальнейшем — и в воздухе. К тому же в полете, даже в отсутствие значительной «болтанки», необходимо было делать не одно, а несколько измерений высот светила, относя их среднее значение к среднему моменту производства этих измерений. Для совмещения центра пузырька уровня секстанта с центром наблюдаемого диска Солнца (Луны) или с «точечным» светилом — звездой, планетой — требовались не только наблюдательные навыки, но и определенная затрата времени (несколько минут). Между тем знание измеренной высоты светила для соответствующего момента времени еще ничего не дает штурману, который должен обработать результаты своих наблюдений — вычислить «элементы» прямой равных высот (ПРВ), то есть отрезка прямой, в одной из точек которого находится самолет. Чтобы получить на «бортовой» географической карте место самолета, приходится или проложить на карте ПРВ другого светила, или воспользоваться каким-либо линейным ориентиром (рекой, железнодорожным путем и т. п.), над которым пролетал самолет в период измерения высоты светила.

Элементы ПРВ, которые необходимо знать для ее прокладки на карте, представляют собой азимут светила и разность между его измеренной и вычисленной (для заведомо близкой точки земной поверхности) высотой. Для облегчения вычислений в начале 1941 года Воениздат выпустил «Таблицы

высот и азимутов Солнца, Луны, планет и звезд» (ТВА), пользуясь которыми опытный штурман мог вычислить элементы одной ПРВ приблизительно за 5 минут. Таким образом, на измерение высоты светила, расчеты элементов ПРВ и ее прокладку на карте требовалось около 10 минут. Если же была необходимость проложить на карте ПРВ второго светила, то общая затрата времени достигала 20 минут. А за такой период даже тихоходный самолет успевал пролететь свыше 70 км... Правда, в ночное время определение места самолета удавалось упростить, измеряя высоту Полярной звезды, что позволяло после введения небольшой табличной поправки вычислить широту места самолета, то есть получить одну из линий положения самолета (географическую параллель).

Дать однозначный ответ на вопрос, какова точность определения места самолета астрономическими методами, нельзя. Все зависело от той точности, с которой удалось измерить высоту светила. Если не было сильной «болтанки», ошибка в определении места самолета обычно колебалась в пределах 10—50 км. Однако и такая точность при дальних полетах позволяла штурманам самолетов, переходя чаще всего к визуальной ориентировке, находить на земной поверхности нужный объект.

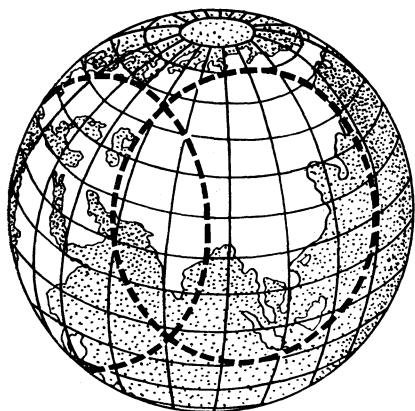
Разберемся теперь подробнее в том, что такое ПРВ. Соединим мысленно центр Земли T (см. рисунок) прямой линией с каким-либо светилом M . Эта линия пересечет земную поверхность в точке C , называемой географическим местом светила. Из точки C наблюдатель видит свети-



ло M в зените. Если бы наблюдатель находился в другой точке, например в точке B , он увидел бы светило M' на угловом расстоянии ZBM' от зенита. Но $\angle ZBM' = \angle ZTM$, то есть зенитное расстояние светила равно угловому расстоянию наблюдателя от географического места светила.

Опишем на земной поверхности из точки C малый круг BD , сферический радиус которого равен дуге CB . Очевидно, что наблюдатель, располагаясь в любой точке этого малого круга, увидит светило M на одном и том же зенитном расстоянии z , а следовательно, и на одной и той же высоте h (ибо $h = 90^\circ - z$). Такой малый круг называется кругом равных высот (КРВ). Широта и долгота географических мест Солнца, Луны, планет и звезд могут быть легко вычислены для любого момента времени, следовательно, и для момента измерения высоты светила. Нанеся на земной глобус точку C , можно описать из нее малый круг сферическим радиусом, равным измеренному зенитному расстоянию светила, и получить на глобусе изображение КРВ, в одной из точек которого находился наблюдатель в момент измерения высоты светила. Если определить высоты не одного, а двух светил, можно провести на

Географическое место светила и круг равных высот



глобусе два КРВ, которые пересекутся в двух точках. Которая из этих двух точек указывает место наблюдателя, можно решить без затруднений, так как они обычно отстоят друг от друга на расстоянии, равном нескольким тысячам километров. В тех случаях, когда наблюдатель (штурман самолета) перемещается над земной поверхностью, следует внести в координаты географического места одного из светил небольшую поправку.

Вполне понятно, что использование глобуса для определения места самолета с помощью двух КРВ не может дать необходимой точности уже из-за малых размеров глобуса. Поэтому прокладка астрономических линий положения производится не на глобусах, а на географических картах достаточно крупного масштаба. При этом пользуются не дугами КРВ, а касательными к этим дугам — прямыми равных высот, о которых уже говорилось выше.

Здесь следует сделать одно существенное замечание. Радиусы КРВ всегда очень велики, чаще всего не менее двух-трех тысяч километров, в связи с чем их дуги, вычерченные точно на географических картах, мало отличаются от прямых линий. Именно это обстоятельство и позволяет заменять дуги КРВ касательными к ним, то есть прямыми равных высот. Однако «злоупотреблять» этим

не следует, особенно при больших высотах светил. Рекомендуется проводить ПРВ от точки касания в каждую из сторон не более чем на 120 км, если высота светила 70° . Это расстояние может быть удвоено уже при высоте 40° .

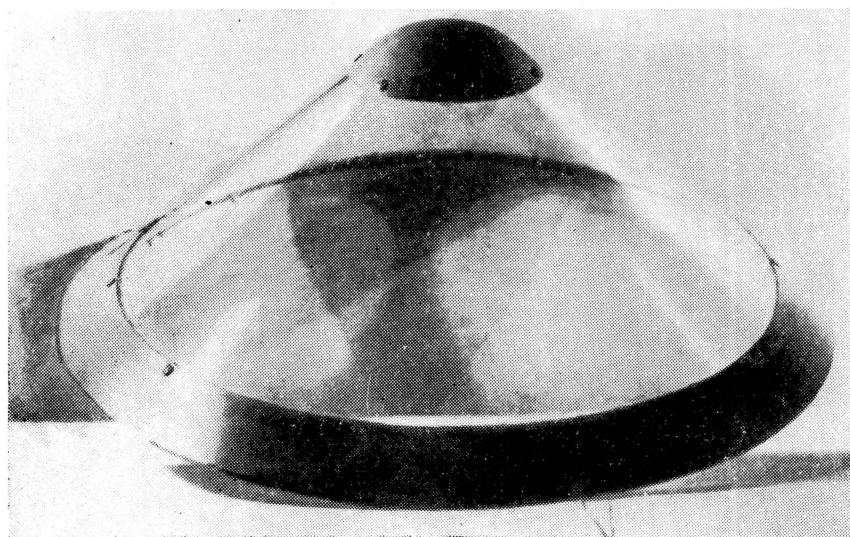
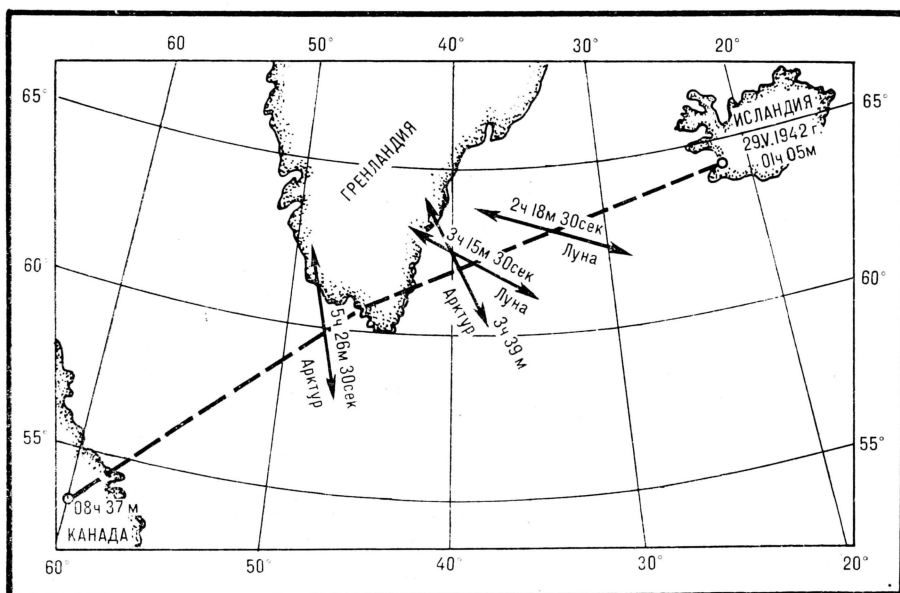
Почти с самого начала Великой Отечественной войны часть штурманов Aviации дальнего действия стала применять астрономические средства при боевых вылетах. Эти вылеты самолеты осуществляли ночью или совершенно независимо друг от друга, или небольшими группами. Прежде других измерять высоты звезд начали штурманы четырехмоторных бомбардировщиков Пе-8, штурманские кабины которых были просторнее и удобнее для производства астрономических наблюдений, чем у двухмоторных бомбардировщиков того времени.

Автор этих строк провел в январе 1943 года совещание со штурманами двух авиаполков, на котором обсуждались результаты использования при боевых вылетах астрономических методов самолетовождения. Выяснилось, что почти все штурманы, применявшие эти методы, обрабатывали астрономические измерения с помощью выпущенных «Таблиц высот и азимутов звезд, предвычисленных на 1942—1944 годы». Эти таблицы можно было использовать в интервале восточных долгот от 14° до 42° и северных широт от 44° до 60° . Преимущество их, по сравнению с ТВА, состояло в том, что они сокращали более чем в 2 раза время, затрачиваемое на астрономические расчеты. Чаще всего высоты светил штурманы измеряли во время полета «назад»,

при возвращении на свой аэродром. Некоторым штурманам, даже когда им не была известна систематическая ошибка секстанта (например, при его сильном сотрясении), вследствие чего ПРВ ложились на карте явно неправильно, удавалось все-таки определять путевую скорость самолета с хорошей точностью, повторно прокладывая ПРВ одной и той же звезды. Несмотря на сильное сокращение времени на расчеты элементов ПРВ, многие штурманы охотнее всего ограничивались определением широты по измерениям высоты Полярной звезды. Нередко штурманы успевали за один вылет делать до десяти измерений высот звезд и их последующую обработку.

После того как в Aviации дальнего действия появились самолеты, штурманские кабины которых имели астрономические куполы, астрономические измерения в полете становились все более и более популярными. Однако часть штурманов продолжала проявлять к ним явное недоверие. Любопытен такой случай. Однажды мне пришлось лететь с одним из таких штурманов в семичасовом полете. Я измерял высоты звезд сквозь астрономический купол самолета с последующей прокладкой ПРВ на географической карте. До выполнения боевого задания штурман прокладывал путь по своей карте, не обращая внимания на мою работу. На обратном пути он, заинтересовавшись результатами моих определений места самолета, задал мне вопрос: «Наверное, вы наблюдаете не только звезды, но и землю? Уж очень хорошо у нас с вами все сходится». Но из кабины, в которой я производил наблю-

Глобус, на который нанесены круги равных высот



Трасса перелета от Исландии до Канады 29 мая 1942 года. За 7,5 часов пути были проложены четыре прямые равных высот

Конический астрокупол самолета

дения, земля не была видна. И штурман, наконец, убедился, что место самолета я определяю все-таки по звездам. Ну а на следующий день он уже решительно агитировал своих товарищей за применение в полете астрономических измерений.

С середины 1944 года самолеты Aviации дальнего действия значитель-

но увеличили глубину рейсов в тыл противника. Приблизительно к этому же времени появились секстанты, снабженные автоматическими осреднителями высот. Популярность астрономических методов продолжала расти, особенно в тех полках Aviации дальнего действия, которые имели самолеты с астрономическими куполами. Припоминается один любопытный случай, происшедший в начале 1945 года. Несколько десятков самолетов в пасмурную погоду и, как всегда, ночью поднялись в воздух и направились к военным объектам в район Данцига (Гданьска). Линия фронта в то время уже продвинулась далеко в западном направлении, и большая часть трассы самолетов, поднявшихся с южного аэродрома, проходила над нашей территорией. Но облачность была очень низкая, самолеты летели над облаками и ориентироваться по земным предметам было невозможно. Полет к Данцигу прошел благополучно. Самолеты, выполнив боевое задание, отправились в обратный путь. Неожиданно стал дуть сильный западный ветер*, не предусмотренный метеорологическим прогнозом. Самолеты приземлились на советской территории, но значительно западнее своего аэродрома. Все, кроме одного самолета, имевшего астрономический купол, используя который второй штурман экипажа этого самолета производил астрономические наблюдения и их обработку. Только этот единственный самолет уверенно сел на свой аэродром.

* В авиации западным называют ветер, дующий с востока на запад.

Доктор географических наук
дважды Герой Советского Союза
И. Д. ПАПАНИН

Северный морской путь — фронту

В конце войны на некоторых самолетах стали устанавливать астрономические куполы нового образца. Они имели коническую форму и были удобнее прежних полусферических куполов, так как не требовали введения в величину измеренной высоты светила поправки за рефракцию купола.

Популяризации астрономических методов в значительной степени помогли неоднократные сборы штурманов. На них кроме теоретической подготовки по авиационной астрономии (исключавшей, к радости штурманов, применение «небесной сферы»!) проводилась также серьезная тренировка по определению места самолета на основе астрономических измерений. Помимо сборов, руководящий штурманский состав Авиаии дальнего действия выполнял специальные полеты, во время которых применялись астрономические средства самолетовождения.

Получившие в период Великой Отечественной войны практическую проверку астрономические средства самолетовождения продолжают совершенствоваться. Кроме астроориентатора — автоматического прибора, производящего измерения высот светил и их обработку вплоть до выдачи значений географических координат места самолета, наши штурманы располагают в настоящее время различными астрокомпасами — чрезвычайно надежными приборами, совершенно незаменимыми при полетах в районах, расположенных поблизости от магнитных полюсов Земли.

Транспортное освоение Северного морского пути и народнохозяйственное использование природных богатств Арктики проводились на базе широких развернутых научных работ. В предвоенные годы научные исследования продвинулись далеко на север: достаточно напомнить о работах первой в мире дрейфующей станции «Северный полюс» (1937—1938 гг.) и первой высокоширотной воздушной экспедиции к «Полюсу относительной недоступности» на самолете Н-169 (1941 год).

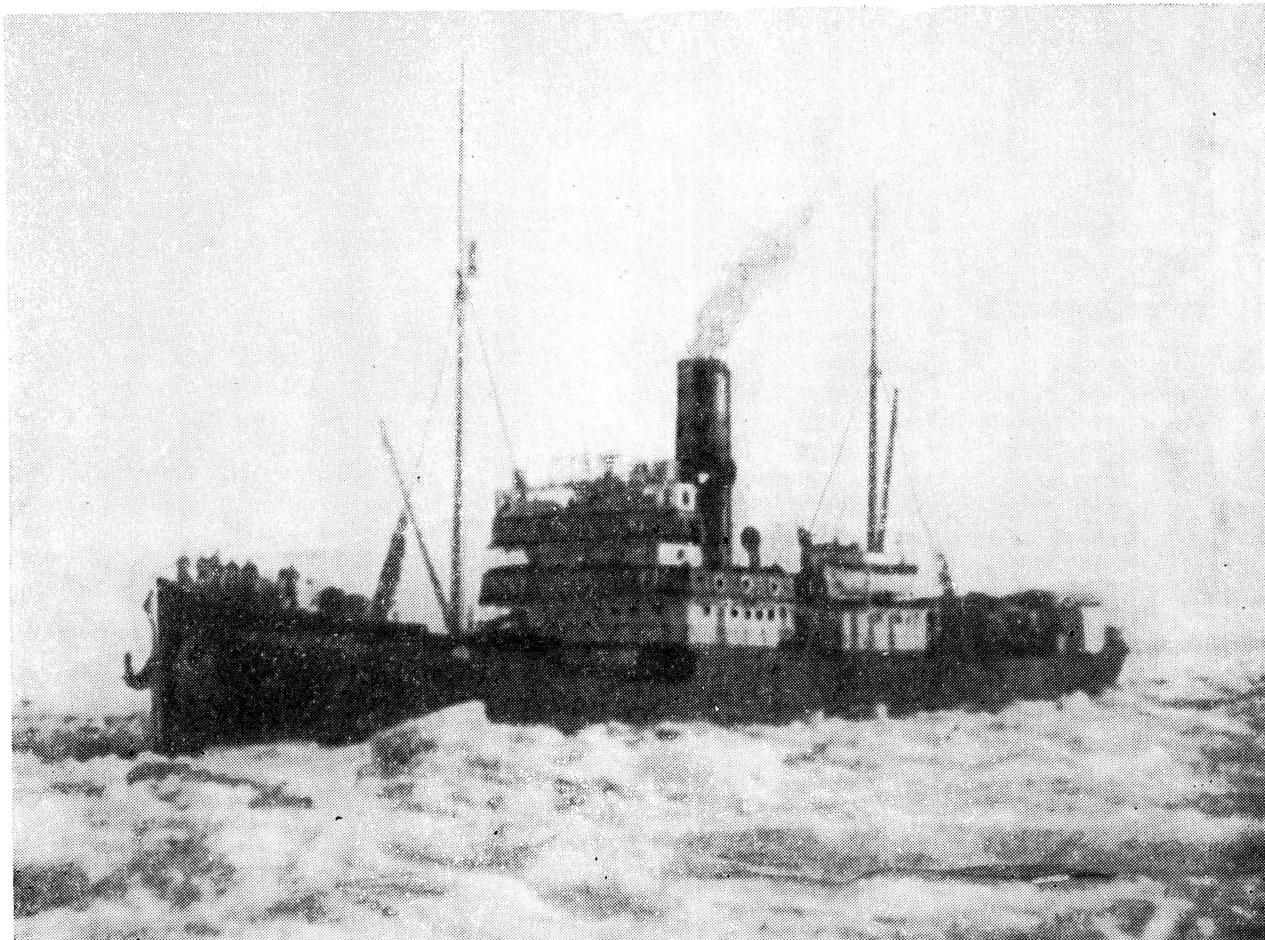
Начавшаяся Великая Отечественная война приостановила научные работы в Арктике. Усилия полярных ученых были направлены на оборону нашей Родины от немецко-фашистских агрессоров. Центром полярной науки у нас тогда был Арктический научно-исследовательский институт (АНИИ), входивший в систему Главсевморпути. Часть ученых АНИИ с первых дней войны ушла в действующую армию, в народные ополчения и партизанские отряды. Оставшиеся перекледились на обслуживание навигации во льдах Арктики и на выполнение заданий командования Северного флота и Военно-Воздушного флота. Когда фронт приблизился к Ленинграду, Арктический институт был эвакуирован в Красноярск, но основные его научные кадры находились на передовой линии — на морских и воздушных трассах.

В годы Великой Отечественной войны я был не только начальником Главного управления Северного морского пути при Совнаркоме СССР, но выполнял также важное задание партии и правительства как уполномоченный Государственного комитета обороны СССР по перевозкам на Севе-



ре. Мне пришлось руководить работами 40-тысячной армии советских полярников на огромной территории от Кольского полуострова до Чукотки и навигацией на трассе Северного морского пути. Одновременно я возглавлял транспортные операции в Мурманском и Архангельском портах, где надо было организовать быструю разгрузку приходивших кораблей с

Анатолий Алексеевич Качарава — капитан легендарного «А. Сибирякова». Один из 14 человек экипажа, взятых в плен на борт немецкого пирата и прошедший все этапы плена и концентрационных лагерей. Он был освобожден советскими танкистами из лагеря Штутгарт за несколько часов до массового расстрела военнопленных. В настоящее время Анатолий Алексеевич — начальник Грузинского морского пароходства. Снимок 1945 года



вооружением и другими важными оборонными грузами и отправку этих грузов на фронт и на оборонные заводы. Разгрузка проводилась под частыми яростными бомбежками портов неприятельской авиацией, а плавания судов в морях западной Арктики — под огнем немецкого надводного и подводного флота, в условиях минной опасности.

Велика и почетна роль полярных ученых в годы Великой Отечественной войны. При штабах морских операций западного и восточного районов Арктики тогда были оперативные научные группы гидрологов и синоптиков. Они составляли синоптические и ледовые карты, занимались прогнозированием синоптических процессов и ледовой обстановки — по этим дан-

ным планировались транспортные и ледокольные операции в морях Арктики. В годы войны в штабах морских операций работали такие известные полярные ученые, как М. М. Сомов, В. В. Фролов, Н. А. Волков, П. А. Гордиенко, К. А. Варвилович, Д. А. Дрогайцев и др. Они плавали на ледоколах, летали на самолетах ледовой разведки, сбрасывали на палубы кораблей карты с обозначением состояния льда на пути караванов судов с указаниями рекомендованных курсов, держали связь с многочисленными полярными станциями и получали от них оперативные данные. Как не вспомнить здесь добрым словом скромную труженицу и замечательную патриотку Ольгу Николаевну Кому. Она возглавляла службу льда

Ледокольный пароход «А. Сибиряков» на трассе Северного морского пути во время второй военной навигации летом 1942 года. «А. Сибиряков» ушел в свой последний рейс 24 августа из бухты Диксон. 25 августа в 11 часов 25 минут он встретился с немецким пиратом, блуждавшим в просторах Карского моря, тяжелым крейсером «Адмирал Шерер». «А. Сибиряков» принял беспримерный неравный бой с противником. 26 августа в 2 часа дня почти весь героический экипаж и корабль погибли в неравном бою, но своим подвигом сибиряковцы сорвали тщательно подготовленную фашистами операцию «Вундерланд». Сегодня, проходя мимо острова Белухи трассой Северного морского пути, советские корабли приспускают государственный флаг и салютуют гудками кораблю-герою и сибиряковцам, имена которых остались в списке вечно живых

Научно-исследовательский институт земного магнетизма в годы Отечественной войны

и погоды при моем штабе уполномоченного Государственного комитета обороны по перевозкам на Севере в Архангельске и обеспечивала синоптическими и ледовыми прогнозами зимние ледокольные операции в Белом море и Двинском заливе. Это была очень ответственная оборонная работа, так как в те годы северными путями шло много кораблей, советских и иностранных пароходов с важными оборонными грузами. О. А. Комова круглосуточно находилась на своем посту, получала и отрабатывала многочисленные данные, поступающие с метеостанций, кораблей и самолетов, и всегда аккуратно, в точно назначенное время капитану флагманского ледокола давались прогнозы и рекомендации.

Нелегко приходилось работать полярникам на островных и материковых обсерваториях и полярных станциях. Их штаты были значительно сокращены, а объем собираемой информации сильно вырос, а главное возросла оперативность, так как эти данные часто необходимы были для обеспечения судоходства и полетов авиации в зоне деятельности неприятеля или для выполнения боевых операций Северного флота или Беломорской военной флотилии.

Полярные ученые и специалисты в годы Великой Отечественной войны находились на переднем крае обороны Родины и с гордостью носят установленную правительством награду — медаль «За оборону Советского Заполярья».

Наш институт был организован в конце 1939 года на базе двух подразделений Главной геофизической обсерватории (ГГО) — Группы магнитных съемок и магнитной картографии в Ленинграде и Центральной магнитной обсерватории в городе Павловске под Ленинградом. В следующем году в его состав вошла также ионосферная станция Ленинградского областного управления связи. Основными задачами нового института помимо научных исследований и научно-методического руководства сетью магнитных обсерваторий Советского Союза были: завершение Генеральной магнитной съемки Советского Союза, составление магнитных карт для геологоразведочных организаций, авиации и флота, обслуживание учреждений связи оперативной информацией о состоянии магнитного поля и ионосферы. («Земля и Вселенная», № 6, 1969 г., стр. 56—61.— Ред.)

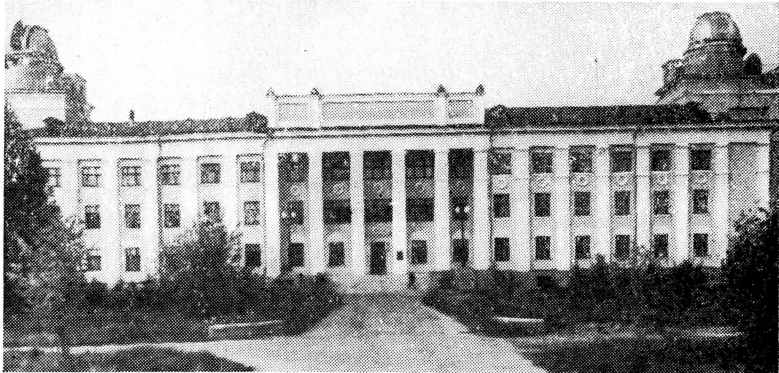
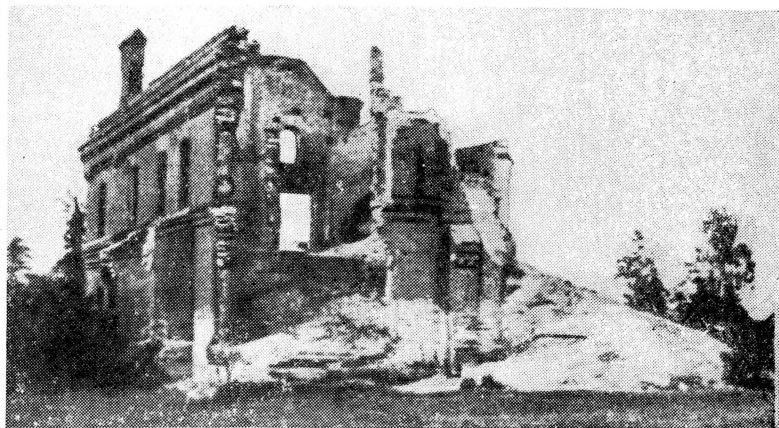
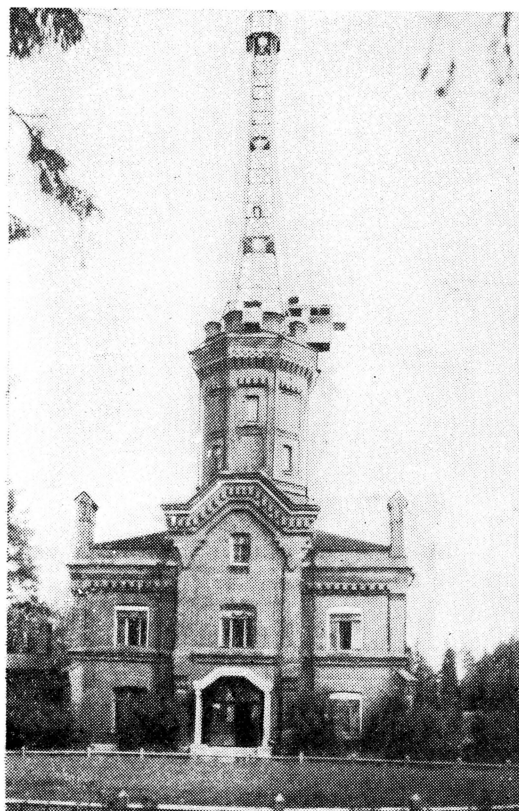
Уже в первые месяцы Великой Отечественной войны значительная часть сотрудников Ленинградского отделения Института волилась в народное ополчение и приняла участие в боях с немецкими захватчиками на подступах к Ленинграду. Среди погибших в этих боях был секретарь партийной организации отделения аспирант А. Н. Трубяччинский.

Сотрудники института, работавшие в Павловске, участвовали в строительстве оборонных учреждений в районе обсерватории и одновременно обеспечивали бесперебойную работу обсерватории. Она прекратилась буквально перед оккупацией Павловска немцами, после того, как все оборудование, научные архивы и библиотека были вывезены в Ленинград. К это-

му времени Ленинградский фронт обеспечивала магнитная станция, организованная на окраине Ленинграда, а обслуживать московские учреждения связи стала группа сотрудников Института, прикомандированная в начале войны к магнитной обсерватории Высокая Дубрава, вблизи Свердловска.

Зиму 1941/42 года институт провел в осажденном Ленинграде. Гидрометеорологическая служба была в это время военизирована и НИИЗМ стал военным институтом. Многие сотрудники Института, особенно пожилого возраста, не перенесли тяжелых условий блокады. Среди погибших в эту зиму был заместитель директора института Н. Н. Трубяччинский и заведующий теоретическим отделом института профессор Б. П. Вейнберг.

Весной 1942 года группа сотрудников института была эвакуирована из Ленинграда вместе с ионосферной станцией в магнитную обсерваторию Высокая Дубрава под Свердловском. Следующая группа была эвакуирована туда же вместе с большей частью оборудования, архивом и библиотекой института осенью 1942 года. Обсерватория Высокая Дубрава не могла предоставить институту ни служебных, ни жилых помещений. Поэтому пришлось вначале разместить сотрудников института по окружающим обсерваторию деревушкам и одновременно приступить к строительству необходимых для института помещений. Строительство их было поручено небольшому отряду Уральского военного округа. За сравнительно короткий срок было построено два восьмиквартирных дома, здание ионосферной станции, павильон для солнечных наблюдений, пункт для регистрации на-



пряженности поля радиостанции, а также дизельная электростанция. В одном восьмиквартирном доме жили все сотрудники института, а другой использовали как служебное помещение.

Первой из картографических работ, выполненных институтом после переезда в Высокую Дубраву, было со-

Главное здание Научно-исследовательского института земного магнетизма (НИИЗМ) в Павловске под Ленинградом. Снимок 1940 года

То же здание, превращенное фашистами в груды развалин. Снимок сделан сразу после войны

Научно-исследовательский институт земного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн АН СССР (ИЗМИРАН). Снимок 1974 года. Академгородок. Красная Пахра под Москвой

ставление карты магнитного склонения по трассе переброски самолетов из Аляски через Чукотку и Якутию. Впоследствии составление магнитных карт для обеспечения военных действий стало одной из основных работ института. Продолжалась, правда в небольшом объеме, Генеральная магнитная съемка. Одновременно проводились магнитные съемки прикладного характера с целью поиска дополнительных запасов минерального сырья для уральских заводов. В 1943 году правительство одобрило предложение института об организации ионосферной службы в Союзе. С помощью радиолaborатории Уралмаша была настроена передающая и приемная аппаратура ионосферной станции и начались регулярные зондирования ионосферы. (До этого во время войны в нашей стране была только одна действующая ионосферная станция при Томском университете.) Институт организовал регулярный обмен

данными с ионосферными службами США, Англии, Канады и Австралии и стал составлять долгосрочные прогнозы условий распространения радиоволн для военных и гражданских служб связи. В том же 1943 году была начата организация в Москве первой советской станции для регистрации вариаций космических лучей.

После прорыва блокады Ленинграда выяснилось, что все служебные и жилые здания института в Павловске либо сожжены, либо взорваны немцами при отступлении. Было решено поэтому возвратить в Ленинград лишь сотрудников Ленинградского отделения, всех же остальных, кто пожелает, перевести под Москву, в район Красной Пахры, где у Главного управления гидрометслужбы был небольшой участок земли и скромное недостроенное здание бывшей Московской геофизической обсерватории. Оно было приведено силами института в относительный порядок, так что



1945
1975

■ нем уже можно было жить и работать. И вот в конце 1944 года несколько десятков сотрудников института и членов их семей переехали в Красную Пахру. Здесь во временных помещениях была организована магнитная обсерватория, ионосферная станция, регистрация напряженности полей радиостанций, наблюдения Солнца. Переезд института под Москву позволил улучшить обслуживание центральных учреждений магнитными и ионосферными данными и прогнозами.

После окончания Великой Отечественной войны институт снова стал гражданским. Сразу же после переезда института в Красную Пахру началось проектирование, а через несколько лет и строительство служебных зданий и жилого поселка института. Поселок НИИЗМ превратился со временем в небольшой Академгородок, в котором теперь живут и плодотворно работают сотрудники нескольких академических институтов.

Вспоминая военные годы, невольно восхищаешься исключительным мужеством, стойкостью и преданностью делу небольшого коллектива НИИЗМ, сумевшего в эти тяжелые военные годы не только сохранить институт, но и значительно расширить его работы по обслуживанию фронта и тыла, внести свой вклад в дело великой Победы советского народа в борьбе против фашистских захватчиков.

Профессор
Х. П. ПОГОСЯН

Из метеорологической летописи военных лет

В современных войнах своевременная и правильная гидрометеорологическая информация оказывает большое содействие военным операциям больших и малых масштабов. Однако с началом военных действий возникают трудности при составлении краткосрочных прогнозов погоды (на 1—3 суток). Информация о погоде над вражеской территорией, а иногда и над территориями смежных государств, естественно, не поступает.

В период Великой Отечественной войны советские метеорологи испытывали большие трудности, так как метеорологически неосвещенная территория располагалась к западу от фронтов военных действий. А именно с запада к нам перемещаются атмосферные вихри и формирующаяся в них погода. С первых же дней военных действий Служба погоды оперативно создавала новые метеорологические станции взамен разрушенных, организовывала разведку погоды над вражеской территорией самолетами и другими доступными средствами. Большую помощь в этой трудной работе оказали метеорологам высотные карты погоды — карты барической топографии и метод их использования при составлении прогнозов погоды.

Первые опыты составления карт топографии поля давления на разных высотах в Центральном институте погоды в 1936 году показали, что эти карты при умелом их использовании могут стать мощным средством улучшения качества прогнозов. В то время карты составлялись для поверхностей давления 900, 700, 500 мбар, а для их построения была необходима сеть аэрологических станций.

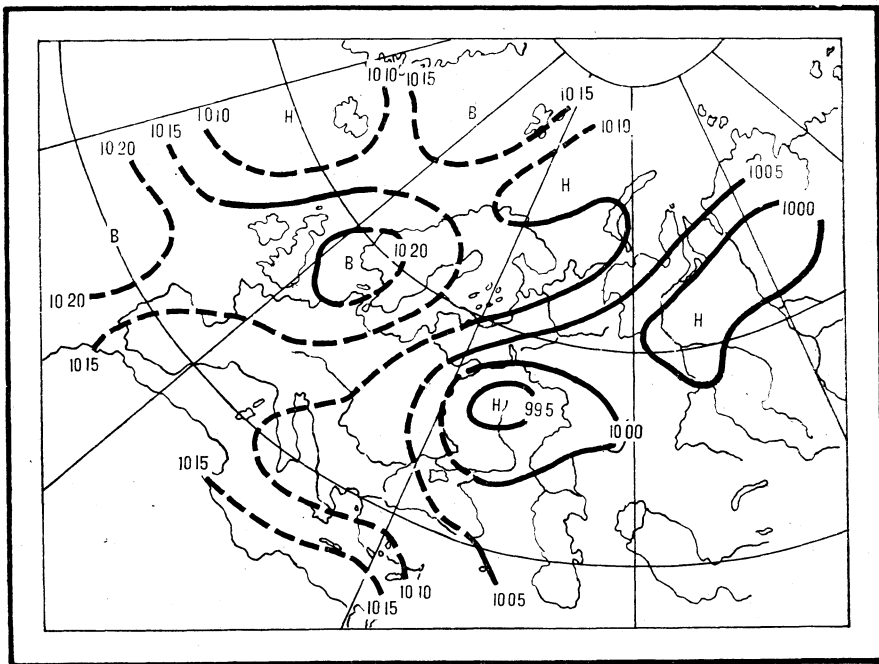
Сравнительно редкая сеть радиозондовых станций и станций самолетного зондирования на территории СССР была организована в 1936—1937 годах, советская Служба погоды второй в мире приступила к ежедневному построению высотных карт погоды в 1937 году. До этого, в 1934 году такие карты составлялись для сравнительно небольшой территории Центральной Европы на основе данных самолетного зондирования атмосферы.

К началу вторжения гитлеровских войск на территорию Советского Союза наша Служба погоды уже располагала не только картами барической топографии, но и разработанным методом физического анализа этих карт — адвективно-динамическим анализом атмосферных процессов.

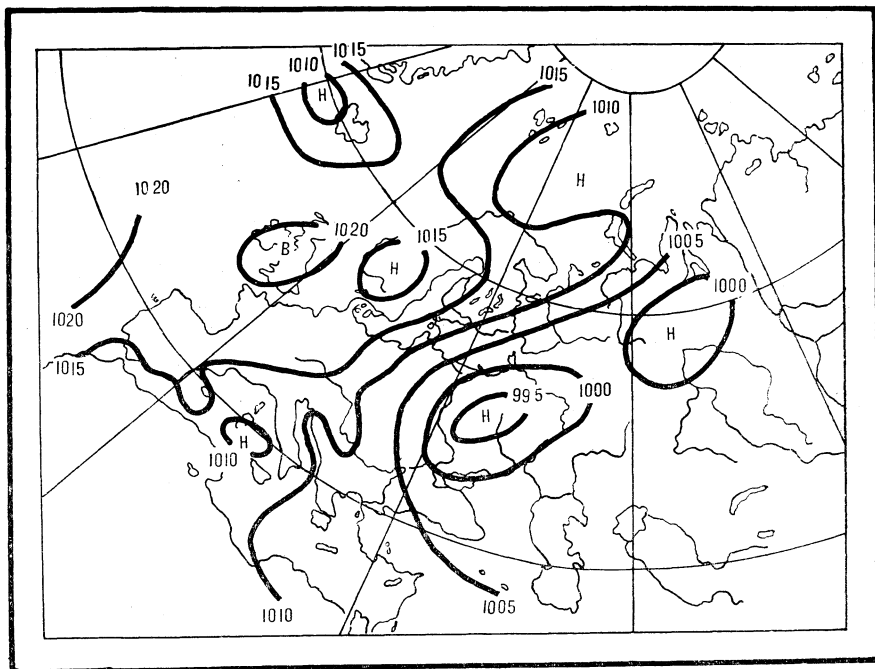
Почему же составление карт барической топографии и метод их анализа имели столь большое значение для прогнозистов? Как узнать, какая погода ожидается на фронтах военных действий и в западных районах страны, если отсутствуют сведения о погоде на всей территории Западной Европы? Вот в этом вопросе и оказали существенную помощь высотные карты давления и разработанный в 1939—1941 годах метод физического анализа атмосферных процессов. На основе этого метода сформулирована и новая теория возникновения и развития атмосферных вихрей — циклонов и антициклонов, наиболее близко (по сравнению с предшествующими) описывающая их природу. Это позволило с практически удовлетворительным приближением воссоздать поля давления и ветра на высотах и у поверхности земли над территорией Западной Европы и оповещать об

ожидаемых условиях погоды не только на фронтах военных действий, но и в глубоком тылу противника.

Таким образом, Служба погоды СССР встретила начало войны достаточно подготовленной. К этому следует добавить, что первые карты барической топографии в СССР начали составляться в Центральном институте погоды в Москве (ныне Гидрометцентр СССР) и здесь же был разработан метод их использования в прогностической работе. Уже в 1938—1941 годах институтом были организованы постоянные курсы повышения квалификации метеорологов-прогнозистов, на которых слушатели с большим интересом овладевали новыми достижениями советских ученых. Одновременно авторами адвективно-динамического анализа Х. П. Погосьяном и Н. Л. Таборовским за эти годы была



Приземная карта погоды в один из дней лета 1943 года. Над территорией СССР и над союзной Англией, где имелись сведения, линии одинакового приземного давления — изобары — проведены сплошными линиями, а над большей частью Западной Европы, то есть неосвоенной метеорологическими данными территорией, предполагаемые изобары проведены пунктиром



Ретроспективная приземная карта погоды за тот же срок, составленная после войны на основе всех имевшихся данных наблюдений. Нетрудно видеть, как похожа она на карту военных лет, составленную без метеорологической информации с огромных территорий военных действий

Ледовые переправы

опубликована серия журнальных статей и методические указания по применению карт барической топографии в практической работе. На основе выпущенной литературы в высших учебных заведениях читались лекции по адвективно-динамическому анализу для студентов-метеорологов, которые после окончания вуза успешно обеспечивали прогнозами погоды все рода войск на фронтах военных действий.

Исследования в этой области продолжались и во время войны. В 1943 году был разработан метод предвычисления карт на сутки вперед. В том же году в Центральном институте погоды впервые начали составляться прогностические карты давления, что также помогло усовершенствованию метода прогноза погоды и повышению их качества.

Таким образом, своевременная организация сети аэрологических станций на европейской части СССР, составление высотных карт погоды и разработка метода использования этих карт в практической работе стали хорошим фундаментом, на котором было основано квалифицированное обеспечение прогнозом погоды всех родов войск в период Великой Отечественной войны.

Переправы по льду, военные действия на естественном ледяном покрове, погрузочно-разгрузочные работы, превращение ледяных поверхностей в аэродромы — вот основные случаи использования ледяного покрова в годы Великой Отечественной войны. Оборона Ленинграда неразрывно связана с ледовыми переправами через Ладожское озеро, с переправами по льду Финского залива.

Вспомним переправы частей Красной Армии по льду Азовского моря... Зима 1941/42 года на Азовском море была одной из самых ледовитых и суровых за 20 предшествующих лет. Именно в эту зиму Азовское море стало естественной преградой для войск, здесь прошла полоса фронта во время первого, наиболее напряженного этапа Отечественной войны. Западное и северное побережье моря от Ак-Монайского залива до Таганрога было оккупировано противником, поэтому сведения о состоянии льда оказывались неполными, не всегда надежными и относились только к восточным и южным районам. В тот год северная часть Керченского пролива замерзла настолько, что можно было переправлять людей, легкую артиллерию и автомашины с грузами для частей Советской Армии, сражавшихся на Керченском полуострове. К сожалению, не сохранилось систематических данных о наблюдении за льдами, но уцелели донесения начальника ледоводорожной службы и кое-какие нерегулярные записи ледовой разведки. Вот как происходили события.

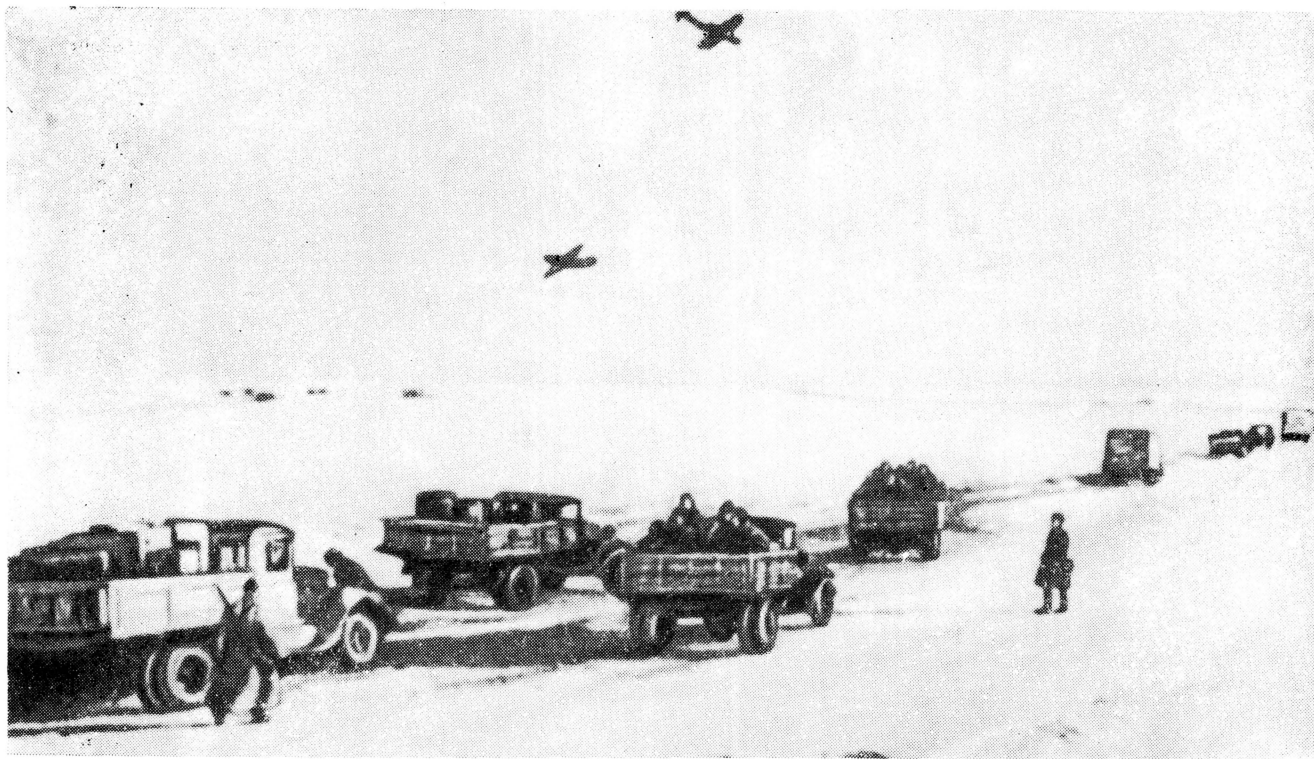
К 6 января 1942 года северная часть Керченского пролива была покрыта со стороны Крымского и Чуш-

кинского берегов припаем с полыньями, а вдоль судоходного канала оставался проход, заполненный плавучими льдами. Через два дня эти льды смерзлись с припаем, образовав непрочный мост, соединивший оба берега. А еще через два дня началось таяние. Середина пролива была вскрыта ледоколом, пробивавшим каналы к пристаням.

Вскоре наступили морозы, но движение льда на Азовском море продолжалось. Сменялись ветры и течения, похолодание и потепление, в зиму 1941/42 года трижды замерзала северная часть Керченского пролива. Это тем более удивительно, что Керченский пролив обычно не замерзает, а в мягкие зимы вообще свободен ото льда.

Пролив замерз 19 января, и тогда начались переправы через лед по двум основным трассам, хотя полыньи еще сохранялись. С 9 февраля переправа стала пригодной только для пешеходов, 14 февраля движение по северной трассе закрылось, а на следующий день припай унесло от берега на юг вместе со льдом, по которому проходила южная трасса. Впоследствии кратковременное замерзание северной части пролива наступило в 20-х числах февраля и около 19 марта, но припай в эти дни был уже совсем непрочным, с большими полыньями... Так окончилась история керченской переправы, давняя, но не забытая.

Сложность исследований состояла тогда в том, что требовалось немедленное приложение их результатов и часто практика опережала сами эти исследования. К началу войны знаний в этой области было накоплено очень



мало, да к тому же они не были систематизированы и обобщены.

В 1942 году Н. Н. Зубов написал

Ледовая «дорога жизни». Ленинград зимой 1941—1942 годов. Быстро садятся люди в «поезд». Медлить нельзя — каждую минуту могут налететь фашисты

Опасные трещины превратились в разводья. Весна 1942 года

статью «Основы устройства дорог на ледяном покрове». Сущность его работы была сконцентрирована в виде графиков и таблиц на одной небольшой фотографии, которая была разослана во все морские подразделения гидрометеорологической службы и в другие организации. Сейчас трудно поверить, что в тот момент не было другого источника, используя который можно было решать исключительно важные и ответственные задачи. Вспоминается такой случай. На Астраханскую гидрометеорологиче-

скую станцию Каспийской военной флотилии поступил запрос от Гидрометеорологического отдела (ГМО) штаба 28-й Армии: смогут ли тяжелые танки пройти по льду Волги на другой берег для последующего наступления. На этот запрос был дан положительный ответ. Танки прошли. К сожалению, зимой 1942/43 года бывали случаи и не столь удачных прогнозов...

Между 1941 и 1945 годами, несмотря на страшные трудности военных лет, появилось довольно много ра-



1945
1975

бот, посвященных изучению несущих способностей льда. Почти все исследование основывались на опыте ледовых переправ на «дороге жизни». Обобщение опыта авторов этих работ, сделанное вскоре после окончания войны, позволило по-новому подойти и к самой теории. Удалось ли решить проблему полностью? Конечно, нет. Это не удалось сделать и в последующие годы. Чуть ли не каждый вопрос, связанный с теорией и практикой ледовых переправ, вызывает дискуссию, споры, разные мнения, доводы и доказательства...

Какие же вопросы дискутировались, когда были подведены первые итоги переправ и военных операций? Можно ли лед считать упругим телом? Можно ли воду считать упругим основанием, на котором лежит лед? Как влияет длительность приложения сил на грузоподъемность льда? Каково влияние температуры воздуха, теплового излучения, солнечной радиации и снежного покрова на температуру льда и т. д.

Изучая влияние скорости движения на грузоподъемность льда, ученые пришли к выводу: очень маленькие скорости движения грузов (до 3—4 км/час), как и очень большие (более 30 км/час), наиболее опасны.

Как готовят ледовую трассу? Для передвижения по льду используется естественная поверхность льда без всякого дополнительного оборудования, разве что нужно сделать съезды с берега. Следует, конечно, заблаговременно расчистить трассу от снега, чтобы лед быстрее нарастал. Если эта работа делается без снегоочистительных машин, то ее можно начинать при толщине льда около 10 см. Ширина

очищаемой полосы должна быть не менее 40—50 м. Вдоль трассы устанавливают вехи, а ночью фонари, чтобы не сбиться с пути при метелях и заносах. Главный бич переправы — трещины. Поверхность ледовых дорог постоянно покрывается сеткой мелких несквозных трещин. Они образуются под воздействием температурных напряжений от движущихся грузов и изменений, вызванных тяжестью снежных обвалов. Особенно скверно, когда трещины образуются примерно вдоль движения. Если такая трещина достигает ширины 5—6 см, она очень опасна, ее нужно заморозить или сделать через нее переход.

Бывают случаи, когда в естественном виде лед недостаточно прочен для переправы. Чтобы увеличить его грузоподъемность, нужно сделать, как говорят в таких случаях, «верхнее строение» — настил. Для таких работ очень существенна толщина льда. Оказывается, что при толщине льда меньше полуметра настил увеличивает грузоподъемность ледовой трассы, а при толщине больше полуметра надстройка снижает ее. Тогда конструкция лишь предохраняет верхний слой льда от износа и уменьшает вредное влияние трещин. Можно искусственно наморозить лед и не пользоваться специальным строительным материалом. Это хороший способ, оправдывающий себя.

Вопрос о переправах по льду столь же сложен, сколь и важен. Им, конечно, необходимо заниматься и в мирное время.

Кандидат геолого-минералогических наук
В. А. ВАСНЕЦОВ

Последний рейс «Персея»

На страницах этого журнала я уже рассказывал читателям о создании первенца советского океанографического флота — славного «Персея». («Земля и Вселенная», № 3, 1970 г., стр. 50—59; № 3, 1971 г., стр. 76—81. — Ред.) После написания мною книги «Под звездным флагом «Персея» среди многочисленных откликов на нее я получил письмо из далекого Владивостока от Н. Д. Бендицкого. В нем рассказывается о необычной судьбе научного корабля в начале Великой Отечественной войны. Вот это письмо, написанное в 1974 году.

«Мне пришлось быть участником последнего, 99-го рейса славного «Персея» и очевидцем его гибели 25 июля 1941 года в Эйна-губе, у северного берега Мотовского залива, — писал Н. Д. Бендицкий.

14 июня 1941 года я, тогда студент-океанолог, практикант, вступил на борт «Персея» в Мурманске, был зачислен в штат техник-гидрологом, в тот же день мы вышли в море. Задачей нашего рейса была запись глубин вдоль побережья Кольского полуострова. Капитаном судна был Михаил Дмитриевич Шорохов, стармеха звали Фока Фокиевич, фамилию его, как и очень многих других, уже не помню.

Погода стояла изумительная, под стать летнему Севастополю. Ничто ни в воздухе, ни на воде не настраивало на предчувствие приближающейся грозы. Кроме того, сразу по выходе за остров Кильдин в руках молодого и неопытного радиста судовая рация замолчала. Поэтому о том, что разразилась война, мы узнали 23 июня, около 17 часов, когда ненадолго зашли в Харловку, чтобы пополнить запасы.



Всем судам, подобным нашему, был дан приказ собраться у острова Кильдин и следовать в Мурманск караваном под проводкой лоцмана. «Персей» возглавил этот караван. 27 июня нас поставили до особых указаний в Сайда-губу. Во время этой стоянки мы впервые увидели немецкие самолеты и подверглись пулеметному обстрелу с одного из них. На этот раз все обошлось благополучно. В Мурманск мы пошли второго или третьего июля.

Затем всему экипажу было объявлено, что «Персей» мобилизуется для несения дозорной службы на близких подступах к Кольскому заливу, и для этого требуются добровольцы, кроме штатной команды. Я и еще несколько «новичков» согласились нести эти обязанности. «Персей» начал нести дозор на линии Сеть-Наволоки — Цып-Наволоки, то есть на входах в Кольский и Мотовский заливы.

25 июля мы получили распоряжение зайти в Эйну-губу взять на борт груз для доставки в Мурманск. Мы стояли на двух якорях, метрах в 70—100 от берега. На мачте гордо реял вымпел «Персея», на кормовом флагштоке — Государственный флаг СССР. Около 11 часов над Эйну-губой появилось 8 «юнкерсов», которые, построившись в круг, начали бомбить «Персей». Кроме винтовок, другого оружия у нас не было. Самолеты бросали бомбы с горизонтального полета на высоте метров 800—1000, так как с берега по ним был открыт сильный зенитный огонь.

Бомбы падали рядом с «Персеем». От одного близкого разрыва судно чуть не вылетело из воды вместе с двумя якорями. В результате сильных

и близких разрывов бомб в воде швы корпуса разошлись и «Персей» стал тонуть. Все бросились в воду, стараясь вплавь добраться до берега. Один или два самолета снизились и стали обстреливать из пулеметов плывущих людей.

После того, как мы добрались до берега, а немцы улетели, нам дали переодеться в сухое платье, а затем подогнали два трактора к урезу воды, на шлюпках завели троса на «Персей», закрепили за фок-мачту (грот-мачта была спилена пулеметным огнем) и во время прилива, с 18-метровой глубины, где он затонул, подтащили его ближе к берегу. Кто-то из матросов нырял в рубку, собрал, какие мог, документы.

Вот почему мне так дорога память о «Персее», и я не могу без волнения брать в руки Вашу книгу».

■
Причал, построенный на корпусе «Персея» летом 1941 года. Рисунок выполнен командиром саперной роты капитаном Н. П. Быстрыковым, который возглавлял работы по сооружению причала

«Персей» затонул. Но не окончилась история этого замечательного корабля.

Губа Эйны была центром снабжения всего гарнизона Рыбачьего полуострова. Из Мурманска сюда приходили грузовые пароходы, доставляя вооружение, боеприпасы, воинские части. Никакой пристани в Эйну-губе не было, и разгрузка военного снаряжения представляла много трудностей, и шла очень медленно. С пароходов приходилось перегружать его на маленькие катера, шлюпки и даже плоты и так доставлять к берегу.

Чтобы облегчить и ускорить выгрузку, было решено соорудить причал, и для выполнения этих работ в конце июля 1941 года в Эйну-губу прибыла саперная рота под командой капитана Н. П. Быстрыкова.

Самым сложным делом было сооружение концевой основы причала. В поисках выхода из затруднительного положения, осматривая берег, саперы обнаружили затонувший остов большого деревянного корабля и решили использовать его как опору для головной части причала, что значительно облегчало и ускоряло работу. Причал получился настолько основательным, что мог принимать с приставших к нему кораблей автомашины с грузом до пяти тонн. И все это благодаря корпусу затонувшего судна. «Персей» был возрожден и успешно нес свою фронтовую службу.



Кандидат физико-математических наук
Б. В. КОМБЕРГ

«Скрытая» масса во Вселенной (ИТОГИ СОВЕЩАНИЯ)

В конце января 1975 года в Таллине собрались астрономы, чтобы обсудить старую, но до сих пор нерешенную проблему «скрытой» массы во Вселенной. Эта проблема, как сказочная шапка-невидимка, скрывает от пытливого взгляда астрофизиков или несметные богатства, или всего лишь наше непонимание природы галактик, а может быть, ... и просто ошибки наблюдений.

Еще в 30-х годах было установлено, что динамическая масса в парах, группах и скоплениях галактик не совпадает с фотометрической. Как известно, динамическая масса оценивается из предположения, что система галактик, несмотря на различие в лучевых скоростях отдельных ее членов, удерживается гравитационными силами и не распадается. Фотометрическая масса галактик определенной светимости вычисляется по отношению «масса — светимость», характерному для данного морфологического типа. В среднем у спиральных и неправильных галактик отношение массы и светимости равно 7, у эллиптических — 30.

Несовпадение динамической и фотометрической масс для скоплений, групп и пар галактик пытались объяснить несколькими путями. Можно, например, считать, что системы галактик не связаны гравитационно и распадаются. Тогда понятно, почему их динамическая масса больше фотометрической. Но раз системы галактик еще не успели распасться, значит они достаточно молоды. Такой точки зрения придерживается академик В. А. Амбарцумян. Однако можно рассуждать и по-другому, допуская, что большая часть полной массы системы содержится в трудно наблю-

даемых формах вне оптической галактики. Эта невидимая масса и получила название «скрытой».

В последние годы прогресс радиоастрономических методов и повышение чувствительности фотоматериалов принесли новые данные, свидетельствующие, по-видимому, о существовании «скрытой» массы на периферии галактик. Во-первых, определены лучевые скорости на далекой периферии (до 30 кпс) спиральных галактик по измерениям в линии нейтрального водорода с длиной волны 21 см. Согласно этим (хотя и не совсем надежным) результатам, кривые вращения внешних областей ближайших к нам галактик имеют такой вид, как будто и за оптически наблюдаемыми спиральными ветвями есть еще некоторое количество вещества. Во-вторых, на специальных фотоэмульсиях, позволяющих выявлять области с поверхностной яркостью до 27 звездной величины с квадратной секунды (всего 1% от фона неба!), удалось зафиксировать слабое свечение на периферии спиральных и эллиптических галактик. У гигантской радиогалактики Дева А это свечение замечено на расстоянии 1000 кпс от ядра. Такие слабосветящиеся в оптике красноватые периферийные области галактик получили название гало.

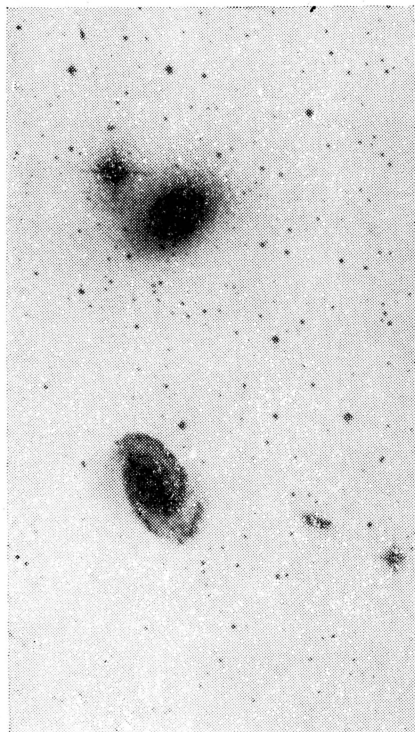
Но сколько вещества содержится в гало и на более далекой периферии галактик? Какова природа «скрытой» массы галактик? Все эти вопросы и стояли на повестке дня совещания, посвященного памяти Павла Петровича Паренаго — основателя московской школы звездных астрономов.

Первый доклад сделал на совещании академик Я. Б. Зельдович. Он рас-

сказал о возможных путях нуклеосинтеза дейтерия в модели горячей Вселенной. Количество дейтерия, образующегося в течение первых 10—100 секунд после начала расширения Вселенной, сильно зависит от плотности вещества. В дальнейшем этот изотоп водорода только выгорает в звездах. Если бы он возникал в звездах, то одновременно появилось бы много лития, чего не наблюдается. Данные о химическом составе межзвездной среды свидетельствуют, что дейтерия в ней довольно много. Столько дейтерия могло образоваться при плотности вещества $5 \cdot 10^{-31}$ г/см³, которая обеспечивается уже наблюдаемыми галактиками. Значит, никакой «скрытой» массы не может быть?

Я. Б. Зельдович показал, что такой вывод не является неизбежным. Если на ранних этапах расширения Вселенной вещество было собрано в отдельные плотные облака, то нужное количество дейтерия успевает образоваться в менее плотной межоблачной среде, даже когда средняя плотность мира близка к критической ($2 \cdot 10^{-29}$ г/см³).

Доказать существование «скрытой» массы во Вселенной попытались астрофизики Тартуской обсерватории, которые работают под руководством доктора физико-математических наук Я. Эйнасто, и ленинградский исследователь А. Д. Чернин. («Земля и Вселенная», № 3, 1975 г., стр. 32—37. — Ред.) Они обнаружили, что в парах галактик с известными лучевыми скоростями отношение динамической массы к фотометрической растет пропорционально расстоянию между членами пары. Это, по их мнению, можно интерпретировать как наличие вокруг



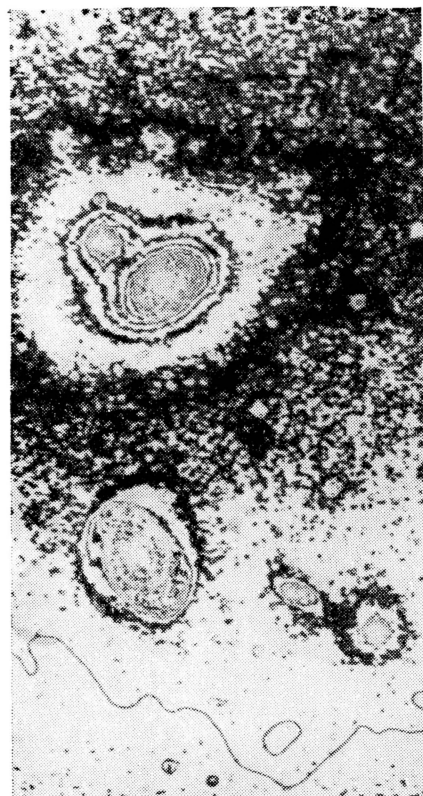
оптических галактик ненаблюдаемых **корон**. Пространственная плотность вещества в таких коронах падает обратно пропорционально квадрату расстояния от центра галактики («изотермический» закон уменьшения плотности). Средняя масса корон около 10^{12} — 10^{13} солнечных, а их размеры достигают нескольких сот килопарсек. Если короны действительно существуют, то отношение массы галактик к их светимости увеличится до 100.

Другим косвенным аргументом в пользу существования вещества в окрестностях больших галактик явились некоторые особенности в распределении карликовых спутников, отмеченные эстонскими астрофизиками. Карликовые галактики, масса которых меньше 10^9 солнечных, окружают каждую яркую звездную систему. Вокруг такой галактики зачастую можно насчитать несколько десятков карликовых спутников. Сфероидальные, бедные газом спутники, состоящие из старых звезд, находятся всегда ближе к центральной галактике, чем такие же по светимости (а значит, и по массе) неправильные и спиралевидные, богатые газом системы с более молодым звездным населением. Этот факт интерпретируется как доказательство того, что на стадии протогалактики центральная звездная систе-

ма обладала массивной газовой короной. Карликовые спутники, двигаясь в газе короны, теряли свой газ тем сильнее, чем в более плотных слоях короны (то есть ближе к центральной галактике) они находились. Именно поэтому богатые газом спутники сохранились лишь далеко от центральной галактики, а бедные газом—вблизи нее.

Еще одним интересным достижением эстонских астрофизиков стало открытие «гипергалактик». Так они называют систему из нескольких массивных галактик, окруженных роem менее массивных спутников. Структура и особенности «гипергалактик» требуют еще дополнительного изучения.

Доктор физико-математических наук Л. М. Озерной посвятил свое выступление нестационарности скоплений галактик при разных предположениях об их начальной массе и возможном темпе ее потери. Он показал, что наблюдаемые параметры скоплений галактик (размеры, дисперсия скоростей членов, распределение числа галактик в зависимости от радиуса и т. п.) противоречат предположению об их развале как с кинематической и временной, так и с энергетической точек зрения. Касаясь вопроса о «скрытых» массах, Л. М. Озерной рассмотрел отдельно группы, в которых преобладают эллиптические или спиральные галактики, и пришел к выводу, что им присущи несколько разные закономерности. Например, группы, где много эллиптических галактик, как правило, имеют большее отношение динамических масс к фотометрическим и увеличение этого отношения с ростом группы выражено у них гораздо сильнее, чем



Фотография эллиптической и спиральной галактик, полученная на очень чувствительной эмульсии Д. Корменди и Д. Баккалом (США).

Та же фотография после специальной обработки. Вокруг галактик видны обширные слабосветящиеся области — гало

для групп с преобладанием спиральных систем. Эти и другие факты могут объясняться тем, что «скрытая» масса распределяется по-разному: в группах с преобладанием эллиптических галактик она сосредоточена в коронах отдельных звездных систем, а в группах, где много спиральных галактик, — в пространстве между галактиками. Так ли это, покажут дальнейшие исследования.

Еще нет ясности, сколько вещества заключено в коронах галактик. Теоретически, если вещество корон имеет изотермическое распределение, полная их масса может быть очень велика. Однако есть доводы в пользу того, что массы корон не могут более чем в 10 раз превышать массы видимых галактик. Как отметил в дискуссии кандидат физико-математических наук А. В. Засов, очень массивные короны повлияли бы на движение вещества в диске галактик и исказили бы заметным образом их кривые вращения. Но этого не наблюдалось, по крайней мере, у ближайших галактик.

Любопытный анализ наблюдательного материала по группам и парам галактик проделал астроном из Пскова Б. И. Фесенко. Он обнаружил, что парадокс массы для групп и пар галактик может быть сильно преувеличен из-за некорректного учета случайных галактик, представляющих собой объекты поля.

Дискуссия, разгоревшаяся на совещании, показала, что величина «скрытой» массы требует уточнения, и не исключено, что эта масса окажется разной в эллиптических и спиральных галактиках. В детально исследованных близких спиральных галактиках она не более чем в 10 раз превосходит

массу галактики, сосредоточенную внутри спиральных ветвей.

Какова природа корон галактик? По видимому, короны спиральных галактик состоят из маломассивных (меньше 0,2 солнечной массы), слабосветящихся звезд. Это должны быть не совсем обычные карликовые звезды. В них не может быть тяжелых элементов, так как они сформировались из первичного вещества — водорода и гелия. Надо заметить, что пока вообще не ясно, как такие звезды могли образоваться. Возможно, они возникли целыми скоплениями, а не в одиночку. Поскольку эти звезды образуются в коронах галактик и движутся по достаточно вытянутым орбитам, то, попадая в окрестности Солнца (где мы их только и можем наблюдать), они должны иметь скорости порядка нескольких сот километров в секунду. Согласно оценкам доктора физико-математических наук И. Д. Новикова и автора статьи, сделанным в предположении, что наша Галактика обладает массивной звездной короной, в окрестности Солнца можно ожидать одну звезду в кубе с ребром около 5 пс. Все они будут не ярче 13-й видимой величины. Просмотр каталогов, где собраны данные о быстрых (более 100 км/сек) звездах разных спектральных классов, показал, что «корональных» звезд в них, по видимому, нет. Если этот факт подтвердится при тщательном анализе наблюдательных данных, то придется допустить, что короны состоят из «умерших» звезд или из обычных маломассивных звезд, которые образны в скопления. Вероятность обнаружить эти скопления вблизи Солнца может быть не очень большой.

Вряд ли короны спиральных галактик содержат много газа. Эта уверенность подкрепляется результатами наблюдений в рентгеновском диапазоне. И. Д. Новиков и автор статьи рассчитали, что если вся корона состояла бы из ионизованного газа с температурой около 5 млн. градусов, то ожидаемые от нее потоки в мягкой рентгеновской области спектра в 100 раз превышали бы наблюдаемые. Такое рентгеновское излучение ионизовало бы весь нейтральный водород вблизи оптически наблюдаемой галактики. Однако на периферии галактик обнаружено много нейтрального водорода.

Из чего состоят короны эллиптических галактик, сказать еще труднее. Наблюдаемое рентгеновское излучение от них гораздо мощнее и могло бы, в принципе, порождаться горячим газом массивных корон, окружающих галактики. Да и нейтральный водород на периферии эллиптических галактик не зарегистрирован. Однако, исследуя рентгеновское излучение от скоплений галактик (доклад на эту тему сделал автор статьи), можно оценить количество горячего (температура 100 млн. градусов) ионизованного газа, ответственного за это излучение. По мнению многих исследователей, в богатых скоплениях галактик в созвездиях Волосы Вероники и Персея ионизованного газа около 10^{13} солнечных масс на все скопление. В пересчете на каждую галактику получается всего 10^{11} солнечных масс. Это мало и не может объяснить существование массивных корон. Однако рентгеновское излучение сосредоточено в центральных областях скоплений, занятых наиболее яркими (а значит, и массивными) галактиками. Не исключено, что именно у этих гигантских эллипсоидальных систем есть массивные (10^{12} — 10^{13} солнечных масс) газовые короны.

Итак, вопрос о природе корон галактик и их составе остается открытым. Для достоверных выводов пока не хватает наблюдательного материала.



Ученый секретарь Центрального совета ВАГО
В. А. БРОНШТЭН

Московский пленум Центрального совета ВАГО

21—23 января 1975 года в Москве состоялся V пленум Центрального совета Всесоюзного астрономо-геодезического общества (ВАГО). В его работе приняло участие около 100 астрономов и геодезистов из 55 городов страны. Среди участников пленума были ветераны науки, давно работающие в ВАГО: члены-корреспонденты АН СССР О. А. Мельников и В. В. Федынский, член-корреспондент АН УССР В. П. Цесевич, профессор Д. В. Пясковский и др. Были и представители молодых, только организовавшихся отделений, например Литовского, Криворожского, Владимирского.

Отчетный доклад президиума Центрального совета сделал президент ВАГО профессор Д. Я. Мартынов. На 1 января 1975 года общество имело в своем составе 62 отделения, 6500 действительных членов, 2000 членов юношеских секций, 220 членов-коллективов. Большинство отделений работало активно, поддерживая постоянную связь с Центральным советом. Среди наиболее деятельных можно отметить Ленинградское отделение, опубликовавшее серии сборников по различным вопросам астрономии и геодезии; Московское, Томское и Ростовское отделения, организовавшие экспедиции к местам падения малоизученных и еще не найденных метеоритов; Крымское отделение, ведущее регулярные наблюдения метеоров на метеорной станции имени Г. О. Затеищикова; Львовское отделение, проявившее большую энергию в организации во Львове планетария и в оказании помощи народным и школьным обсерваториям. Неплохо потрудились геодезические секции Свердловского,

Омского, Киевского отделений, проводившие научные собрания, выставки по геодезии и другие мероприятия. Геодезическая секция Центрального совета и секции некоторых отделений (например, Набережно-Челнинского филиала Казанского отделения ВАГО) уделяли большое внимание проблемам инженерной геодезии, результатом чего явились статьи в центральной и местной печати.

Многие отделения оказывают помощь преподаванию астрономии в высшей и средней школе. Ряд отделений систематически устраивает семинары или консультации для учителей, дает местным органам народного образования необходимые рекомендации. Этой работой руководит бюро Учебно-методической секции Центрального совета ВАГО, возглавляемое профессором В. В. Радзиевским.

Общество, как и прежде, помогает деятельности планетариев и народных обсерваторий страны. При поддержке ВАГО был разработан Одесским инженерно-строительным институтом и утвержден Госгражданпроектом типовая проект планетария с народной обсерваторией. Многие отделения организуют лекции, экскурсии, передачи по радио и телевидению, публикуют статьи в газетах на астрономические и геодезические темы, проводят олимпиады для школьников. Юношеская секция Центрального совета руководит не только юношескими секциями отделений, но и обширной сетью астрономических кружков и обществ в различных городах Советского Союза. По предложению ВАГО Министерство просвещения СССР решило провести в 1976 году

в Баку III Всесоюзную конференцию юных астрономов.

Отчетный доклад, содоклад казначея ВАГО и заключение Центральной ревизионной комиссии подверглись оживленному обсуждению. Пленум единодушно признал деятельность президиума Центрального совета ВАГО в 1974 году удовлетворительной.

На заседании 22 января были заслушаны научные доклады. С 1972 года, по традиции, на пленумах Центрального совета ВАГО рассматривается состояние астрономии и геодезии в союзных республиках. Уже обсуждались успехи азербайджанских, грузинских, украинских астрономов и геодезистов. На этот раз участники пленума с интересом встретили доклад заместителя председателя Астрономического совета АН СССР Г. С. Хромова, рассказавшего о перспективах развития астрономии в Российской Федерации. Важнейшим достижением астрономов РСФСР явилось завершение монтажа крупнейшего в мире 6-метрового рефлектора Специальной астрономической обсерватории. Сейчас инструмент находится в стадии юстировки и наблюдательных испытаний. В Российской Федерации успешно работают крупнейшие астрономические учреждения страны: Главная астрономическая обсерватория АН СССР в Пулковке и Государственный астрономический институт имени П. К. Штернберга в Москве. Расширилась наблюдательная база советских астрономов на Урале и Дальнем Востоке.

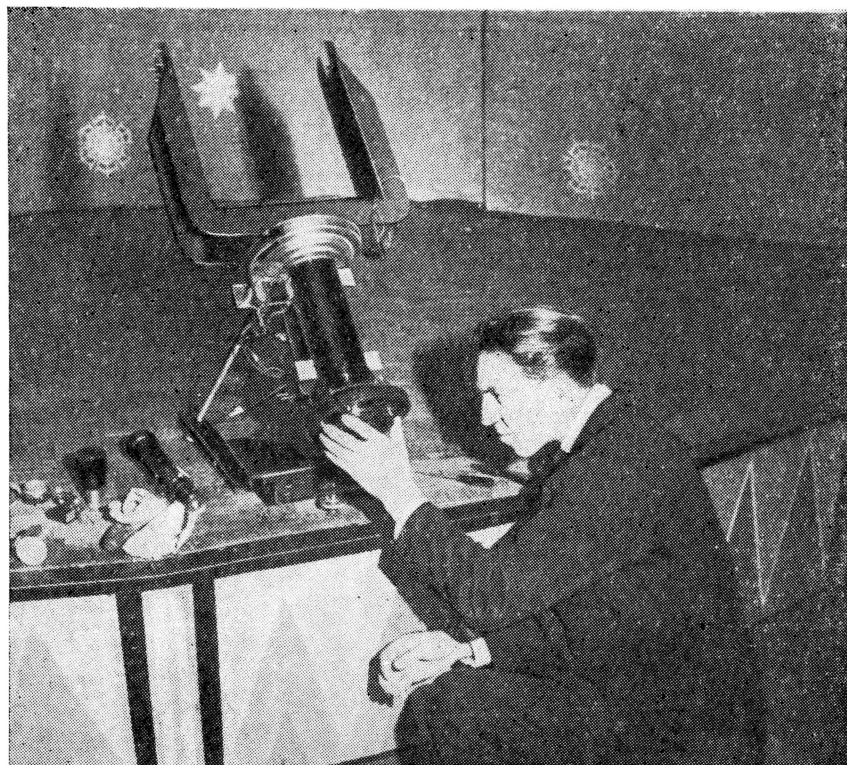
Директор Центрального научно-исследовательского института геодезии, аэрофотосъемки и картографии М. В. Шульмин сообщил об основных

научных исследованиях по разработке новой техники и технологии для геодезии и картографии.

Доклад кандидата технических наук Б. В. Непоклонова «Успехи исследования Земли и планет из космоса» познакомил собравшихся с методами аэрофотограмметрии и космической геодезии, которые успешно используются при обработке космических снимков Земли, Луны и Марса.

Кандидат технических наук А. Г. Белевитин посвятил свое выступление геодезическим работам, обеспечившим строительство нового радиотелескопа РАТАН-600. Современные большие радиотелескопы — крупные инженерные сооружения. В то же время предъявляются повышенные требования к точности изготовления и установки антенн радиотелескопов, сохранению формы отражающей поверхности во время наблюдений, устойчивости в различных положениях. Выполнить эти требования помогают точные методы инженерной геодезии.

Вечером 22 января работали секции пленума. На заседании астрономической секции обсуждались проблемы изучения Луны и планет. Доктор физико-математических наук Б. Ю. Левин познакомил с современными представлениями о строении и эволюции Луны. Доктор физико-математических наук М. Я. Маров рассказал о новых исследованиях Марса и Венеры, включая исследования с автоматических межпланетных станций серий «Марс» и «Венера». А. В. Бугаевский сообщил предварительные результаты изучения Меркурия по фотографиям, переданным американ-



ским космическим аппаратом «Маринер-10».

На заседании геодезической секции профессор Ю. В. Кемниц в своем докладе осветил проблемы систематических ошибок геодезических измерений. Инженер А. С. Земцев рассказал о разработке и внедрении автоматизированной системы управления в геодезических учреждениях. Кандидат технических наук Я. В. Наумов сообщил данные наблюдений современных движений земной коры на геодинамических полигонах. Последним был заслушан доклад кандидатов технических наук В. В. Буша и Ю. В. Визирова «Исследование ошибок центрирования угломерных приборов и определения центрировок при решении инженерных задач».

Утреннее пленарное заседание

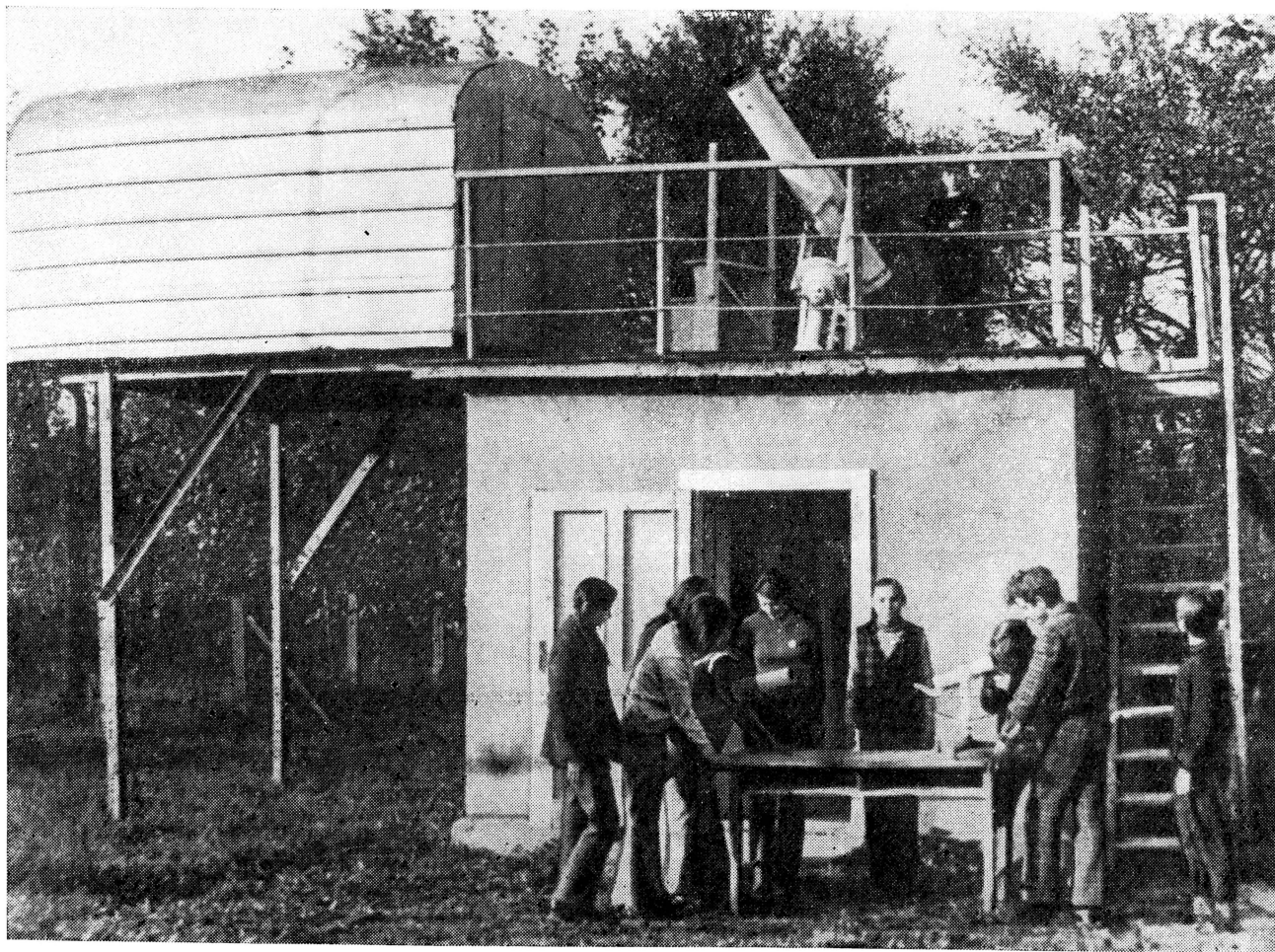


Станислав Сергеевич Войнов — лауреат первой поощрительной премии ВАГО за 1974 год

23 января открылось докладом директора Московского планетария К. А. Порцевского «Работа планетариев и народных обсерваторий в СССР». В Советском Союзе 34 планетария в системе Всесоюзного общества «Знание» и примерно столько же в министерствах культуры союзных республик, а также около 30 народных обсерваторий. Московский планетарий и ВАГО оказывают им разнообразную помощь.

Ученый секретарь Московского отделения ВАГО В. К. Луцкий рассказал об истории и деятельности астрономических кружков и обществ, явившихся предшественниками ВАГО: Русского астрономического общества (основано в 1890 г.), Нижегородского кружка любителей физики и астрономии (1888 г.), Московского общества любителей астрономии (1908 г.) и Русского общества любителей мироведения (1912 г.).

После принятия резолюции пленума состоялось присуждение поощрительных премий ВАГО. Первой пре-



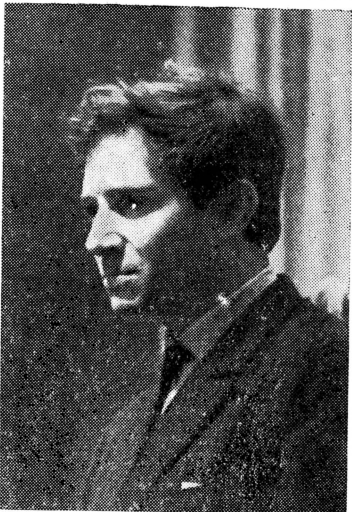
мии за 1974 год удостоен председатель юношеской секции Новосибирского отделения ВАГО **Станислав Сергеевич Войнов** за организацию научно-любительской работы с юными астрономами Новосибирска, Сибири и Дальнего Востока. На базе Клуба юных техников Сибирского отделения АН СССР создана юношеская обсерватория. На ней школьники регулярно наблюдают переменные звезды, серебристые облака, лунные затмения, исследуют астроклимат. Тео-

ретические занятия они сочетают с изучением астрономической оптики и техники, внедрением фотоэлектрических средств наблюдений, изготовлением любительских телескопов. («Земля и Вселенная», № 3, 1971 г., стр. 86—91.—Ред.) Широко практикуются диспуты, сборы и летние лагеря юных любителей астрономии Сибири и Дальнего Востока. («Земля и Вселенная», № 2, 1972 г., стр. 72—73.—Ред.) В настоящее время С. С. Войнов руководит астрономической обсерваторией молодежного лагеря «Орленок» под Туапсе и деятельно занимается ее оборудованием, организацией выставок, кабинетов.

Третью премию за 1974 год (вторая осталась неприсужденной) получил член Львовского отделения ВАГО,

учитель школы № 2 города Чоп **Юлий Юльевич Палко** за организацию школьной обсерватории и ее оборудование самодельными рефлекторами. («Земля и Вселенная», № 3, 1973 г., 3-я стр. обложки.—Ред.) Строительство обсерватории уже закончено, и она систематически используется ребятами для астрономических наблюдений.

■
Обсерватория школы № 2 города Чоп. Ее организатор Юлий Юльевич Палко получил третью поощрительную премию ВАГО за 1974 год



«ФИЗИКА И ВСЕЛЕННАЯ» (вечер в Московском Доме ученых)

Этот тематический вечер был посвящен Дню космонавтики. Большой зал Дома ученых 15 апреля заполнили многочисленные научные работники, учителя физики и астрономии. Без преувеличения можно сказать, что зал едва вместил всех желающих послушать выступления известных советских астрофизиков.

Вечер открыл и вел академик Б. Б. Кадомцев, который в своем кратком вступительном слове отметил интерес физиков к проблемам астрофизики.

Основной доклад на вечере сделал трижды Герой Социалистического Труда академик Я. Б. Зельдович. Проблема, которой он посвятил значительную часть своего выступления, может быть сформулирована следующим образом: «Какая физика нужна современной астрофизике и космологии?» От правильного решения этого философского вопроса (поскольку здесь речь идет о единстве мира на уровне законов, то вопрос таковым и является) зависит и методология теоретических исследований процессов во Вселенной, и уверенность в том, что их исследования не есть абстракция, которая не имеет отношения к действительности. Развитие науки при-

вело к открытию таких фундаментальных законов природы (периодический закон Д. И. Менделеева, принцип Паули), из которых следовало, что вещество во Вселенной всюду состоит из одних и тех же химических элементов, что всюду во Вселенной «одни и те же» (хотя, конечно, и неисчерпаемые по своей природе!) элементарные частицы, например электроны. Астрофизика и космология уже немало сделали для того, чтобы объяснить, почему мир таков, каковым мы его застали. Почему, например, столь распространенным на звездах и в межзвездной среде химическим элементом является водород, чем объясняется наблюдаемое сейчас соотношение между квантами излучения и частицами вещества и т. д. Заглядывая в прошлое, в далекую от нас эпоху, когда в горячей купели, которую представляла собой только что на-

■ ■ ■
Академик Б. Б. Кадомцев открывает вечер в Доме ученых. В президиуме рядом с председательствующим профессор А. Г. Масевич и академик Я. Б. Зельдович

■ ■ ■
Выступают: академик Я. Б. Зельдович, доктор физико-математических наук И. Д. Новиков, доктор физико-математических наук Н. С. Кардашев



ставшая расширяться Метагалактика, интенсивно шли разнообразные процессы с участием элементарных частиц, ученые начинают понимать, как и почему сумели выжить те или иные сорта стабильных частиц. А это, в свою очередь в какой-то степени «проливает свет» на проблему существования кварков: может быть, тщетные поиски их говорят не об отсутствии таких частиц, а о том, что эти частицы нестабильны? Я. Б. Зельдович рассказал о специфической роли тяготения во Вселенной и о неизбежности общей теории относительности (ОТО) для решения многих важных вопросов астрофизики и космологии.

ОТО стало той новой физикой, в которой нуждалось познание мира. Об этом и говорили на вечере ученики Я. Б. Зельдовича — Р. А. Сюняев и И. Д. Новиков.

Доктор физико-математических наук Р. А. Сюняев сообщил о ведущихся сейчас поисках «настоящих отонов» — черных дыр. Он подчеркнул особую важность наблюдений в рентгеновском диапазоне. Такие наблюдения проводятся на ряде космических аппаратов, в том числе на советской станции «Салют-4». И хотя более или менее «точно» черная дыра выявлена пока лишь в созвездии Лебедя (знаменитый рентгеновский источник Лебедь X-1), по мнению докладчика, не менее половины из сотни обнаруженных рентгеновских источников могут оказаться черными дырами или (в худшем случае) нейтронными звездами.

Доктор физико-математических наук И. Д. Новиков в своем выступлении предложил собравшимся не только «заглянуть» в черную дыру, но и совершить мысленное путешествие в эти уникальные «дыры» в пространстве и времени. И хотя

И. Д. Новиков несколько раз подчеркивал, что то, о чем он говорит, «не фантастика», а некий результат серьезного научного исследования (правда, результат, который еще не подтвержден экспериментом...), слушателям все равно не верилось, что путешествия через черные дыры в «другие пространства», в «абсолютное прошлое» или в «абсолютное будущее» имеют хотя бы какое-то отношение к реальности...

Доктор физико-математических наук Н. С. Кардашев заинтересовал участников вечера проблемами центра нашей Галактики. Он убежден, что всего в 30 тыс. световых лет от нас находится потрясающий воображение объект, познание природы которого может оказать самое существенное влияние на прогресс наших знаний и о происхождении звезд, и об источниках энергии квазаров, и о черных дырах. Подобно вложенным друг в друга «матрешкам», перед взором астрономов, вооруженных новейшими средствами радиоастрономических исследований, предстают все меньшие по размерам (но, пожалуй, все более и более загадочные) компактные «ядрышки», начинающие то, что принято называть ядром Галактики.

Заключительная часть научной программы вечера была посвящена физике Солнца. Профессор С. Б. Пикельнер рассказал о разнообразных проявлениях солнечной активности, о магнитных полях активных областей и прокомментировал фильм, кадры которого с интереснейшими подробностями запечатлели развитие хромосферных вспышек. Доктор физико-математических наук В. Н. Цытович посвятил свое выступление рассмотрению плазменных процессов на Солнце.

Вечер в Доме ученых наглядно продемонстрировал исключительно большой интерес научной общественности к проблемам физики Вселенной.

Е. П. ЛЕВИТАН

Фото В. А. МИЛЮШЕНКО

Выступают: доктор физико-математических наук Р. А. Сюняев, профессор С. Б. Пикельнер, доктор физико-математических наук В. Н. Цытович



Профессор
С. К. ВСЕХСВЯТСКИЙ

Кометы — свидетели истории Солнечной системы

ВОЗРОЖДЕНИЕ ТРАДИЦИИ

Изучение комет давно стало традицией для отечественной астрономии. Еще М. В. Ломоносов в XVIII столетии интересовался «хвостатыми» звездами, высказывая интересные соображения об их природе. В первой половине XIX века В. Я. Струве и сотрудники Пулковской обсерватории занимались не только определением положений, но и стремились разгадать физические процессы в кометах. Работы Ф. А. Бредихина и его школы во второй половине XIX столетия закрепили ведущую роль отечественной науки в кометной астрономии и подготовили почву для выяснения природы кометных явлений. С 20-х годов нашего столетия исследование комет продолжалось в Москве С. В. Орловым и его учениками. Они разработали механическую теорию и физику кометных процессов, а также всесторонне обсудили проблему их происхождения и эволюции. В это же время было высказано предположение, что само существование комет в Солнечной системе свидетельствует о мощных эруптивных процессах на различных планетных телах. Концепция «извержений» Ж. Лагранжа, Р. Проктора, А. Кроммелина объяснила все особенности движения, природу комет и других малых тел.

К сожалению, грандиозные задачи звездной и внегалактической астрономии отвлекли многих советских исследователей комет. Московская кометная группа распалась, пришли в забвение и ее замечательные традиции.

Вновь интерес к кометам и концепции «извержения» возродился в наши дни, когда было доказано вулканиче-

ское происхождение лунных пород (базальтов) и равенство возраста земного, лунного и метеоритного вещества, когда установили, что Марс активен геологически, а процессы на поверхности Юпитера определяются энергией, генерируемой внутри планеты. Хочу заметить, что в своих статьях 30—50-х годов я неоднократно подчеркивал решающую роль эруптивных процессов в эволюции всех планет Солнечной системы. Одна из статей 1962 года заканчивалась словами: «Недалеко время, когда межпланетные зонды принесут нам информацию о действительной природе Венеры и Марса, подтверждающие наши заключения о важной роли вулканических процессов». Какие же имеются сейчас основания для этого вывода, сделанного более 20 лет назад?

ГДЕ ОБРАЗУЮТСЯ КОМЕТЫ?

Статистический анализ данных об открытиях, движении и физической природе комет приводит к заключению, что их семейство находится в неравновесном состоянии. Быстро распадающиеся короткопериодические и периодические кометы оказываются очень молодыми. Они образуются в настоящее время и выходят из систем планет-гигантов.

Многочисленные факты подтверждают генетическую связь малых тел с порождающими их планетами. Сходен химический состав кометных газов и атмосфер больших планет или их спутников. Например, на планетах-гигантах и Титане обнаружены метан и аммиак, на Венере, Земле и Марсе — углекислый газ и пары воды. Все эти газы зарегистрированы и в спектрах

20 июня 1975 года исполнилось 70 лет известному советскому астроному Сергею Константиновичу Всехсвятскому. Признание научной общественности получили его работы по динамике солнечной короны и исследованию комет.

Сергей Константинович вместе с профессором Е. Я. Бугославской обнаружил в 1936 году «твердотельное» вращение солнечной короны. Им же в 40-е годы была высказана идея о том, что лучи солнечной короны переходят в корпускулярные потоки, пронизывающие все межпланетное пространство.

Результаты многолетних исследований комет С. К. Всехсвятский обобщил в своих фундаментальных монографиях «Физические характеристики комет» [1958 г.] и «Природа и происхождение комет и метеорного вещества» [1967 г.]. Его выводы о быстром распаде короткопериодических комет, о присутствии льда в ядрах комет стали классическими. В последние годы Сергей Константинович страстно увлечен организацией кометной службы в СССР.

Активная научная, педагогическая и общественная деятельность профессора С. К. Всехсвятского получила высокую оценку — он награжден орденом Ленина. Редакционная коллегия «Земли и Вселенной» сердечно поздравляет юбиляра, желает ему крепкого здоровья и больших творческих удач.

Более 40 лет С. К. Всехсвятский развивает теорию происхождения комет в результате мощных извержений на планетах и их спутниках. Основные положения этой концепции, несмотря на их дискуссионность, несомненно, представляют интерес для наших читателей.



комет. В ядрах комет имеется лед (ледяные массы), есть лед на планетах и в кольце Сатурна. Существование астероидно-метеоритных масс в ядрах комет, минералогическое строение и химический состав метеоритов, одинаковый возраст метеоритного (астероидного) и планетного вещества — все это указывает на то, что происхождение малых тел Солнечной системы связано с планетами. По-видимому, могучие процессы космического вулканизма, протекающие сейчас или в прошлом на всех планетах Солнечной системы, привели к образованию комет, астероидов, метеоритных потоков.

Одна из ярчайших комет, наблюдавшихся в последнее время, — комета Беннета 1970 II. Ее сфотографировал сотрудник Крымской астрофизической обсерватории Н. С. Черных 8 апреля 1970 года

СКОЛЬКО ВЕЩЕСТВА ТЕРЯЮТ ПЛАНЕТЫ

На протяжении 5 млрд. лет своего существования планеты постоянно теряют вещество в результате диссипации атмосфер и выброса поверхностных, более легких пород в ходе мощных вулканических извержений. Эти потери можно оценить при некоторых предположениях о внутреннем строении планет, интенсивности планетного вулканизма и скорости диссипации атмосферы. Планеты земной группы, вероятно, потеряли за 5 млрд. лет массу порядка 10^{27} — 10^{28} г, планеты-гиганты — 10^{28} — 10^{29} г. Суммарная потеря массы для всех планетных тел могла составить 10^{30} г, а общая потеря энергии — 10^{42} эрг.

По-видимому, выброс вещества с поверхности повлек за собой «торможение» вращения планет. Кстати, относительное замедление вращения

Солнца могло быть следствием как отделения вещества планет от первичного Солнца, так и результатом проходившего в течение миллиардов лет выброса корпускулярных потоков (солнечного ветра). Потоки породили далеко протягивающиеся системы корональных опалов и лучей, которые вращаются вместе с Солнцем. Все это должно было уменьшить вращательный момент Солнца.

ПЛАНЕТНОЕ ВЕЩЕСТВО ПОКИДАЕТ СОЛНЕЧНУЮ СИСТЕМУ

Тела, извергнутые с поверхности планет, могли приобретать наряду с эллиптическими и гиперболические орбиты. Тогда они навсегда уходили из Солнечной системы. Имеется возможность оценить примерную массу тел, получивших во время выбросов гиперболическую орбиту. Для этого нужно подсчитать общее количество



ГИПОТЕЗЫ,
ДИСКУССИИ,
ПРЕДЛОЖЕНИЯ

почти параболических комет, движущихся в Солнечной системе, а также количество эллиптических объектов, распадающихся в поле солнечного излучения.

Известный голландский астроном Я. Оорт полагал, что в Солнечной системе может быть 10^{11} — 10^{12} почти параболических комет, суммарная масса которых около 10^{27} — 10^{28} г. Изучение орбит этих комет позволяет заключить, что в прошлом должно было возникнуть по крайней мере в 100—1000 раз больше эллиптических (короткопериодических) и гиперболических комет, нежели почти параболических, возвращающихся к Солнцу от границ Солнечной системы. Значит, в результате процессов космического вулканизма с поверхности планет за 5 млрд. лет их существования могло быть выброшено не менее $(10^{27}$ — $10^{28}) \cdot (10^2$ — $10^3) \approx 10^{30}$ г вещества в виде гиперболических (сразу покидавших Солнечную систему) и эллиптических (быстро распадавшихся в поле солнечной, фотонной и корпускулярной радиации) комет. Эта величина хорошо соответствует значению суммарной потери массы планетами, что необходимо признать весьма примечательным обстоятельством.

Такое же значение для потери вещества Солнечной системы можно получить, если подсчитать количество метеорного вещества, приближающегося к Солнцу, распыляемого и отрабатываемого от Солнца под действием фотонной и корпускулярной радиации. Можно высказать предположение, что метеорное вещество представляет собой вулканический пепел, который выбрасывается при вулканических катаклизмах вместе с массами

замерзшей атмосферы и коры планет. Этот вулканический пепел образует в определенных условиях «загрязненный» лед на поверхности планет. Пепловые облака могут выбрасываться и независимо от кометных и астероидных фрагментов.

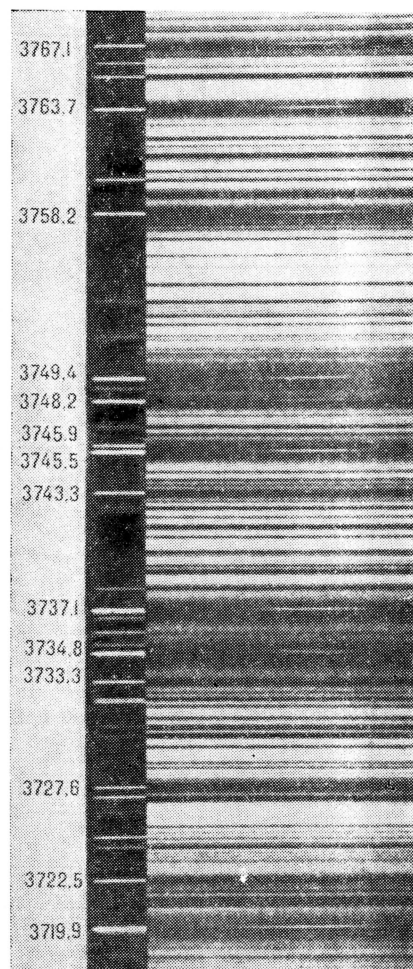
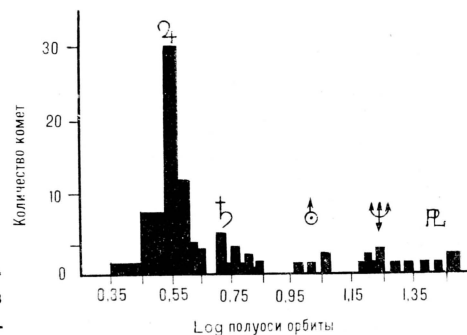
ГИПОТЕЗА «ИЗВЕРЖЕНИЯ» И ПРИРОДА ПЛАНЕТ

Гипотеза эруптивного образования малых тел Солнечной системы помогает воссоздать прошлое планет и судить об их современном состоянии. Меркурий и Луна после длительного периода катаклизмов находятся в состоянии спокойствия, когда механическая прочность коры противостоит действию внутренних сил. Венера и Земля — планеты-близнецы. Они развивались приблизительно параллельно, но периоды эруптивных катаклиз-

Распределение короткопериодических комет в зависимости от величины полуоси орбиты. Видно четкое разделение на семейства комет Юпитера, Сатурна, Урана, Нептуна и Плутона. Это одно из указаний на то, что образование комет связано с планетами



Ярчайшие линии в спектре ядра кометы Икея — Секи 1965 VIII видны на фоне спектра рассеянного солнечного света. Слева — спектр сравнения. В спектре ядра кометы наблюдаются те же химические элементы, что и в спектрах метеоритов. Это служит подтверждением того, что в ядре кометы существуют массы метеоритного вещества. Спектр получен на обсерватории Китт Пик (США)



мов у них, естественно, не совпадают. На Земле неоднократно случались геологические катастрофы. На Венере последняя гигантская вспышка космического вулканизма произошла, по-видимому, недавно, в результате чего и могла сформироваться новая атмосфера, состоящая главным образом из углекислого газа, а на поверхность могли излиться десятки или сотни тысяч кубических километров раскаленных лав, температура которых 1500—2000° К. Медленно остывая под защитой плотной атмосферы, лавовые моря поддерживают высокую температуру поверхности. Свидетельства о необычайных процессах на Венере были найдены еще А. Гумбольдтом в материальных памятниках древних народов Южной Америки, а позднее — в памятниках народов Средней Азии, в индусских Ведах и др. Историки относят их к X—V тысячелетию до н. э.

Реальность вулканической модели планет подтверждается особенностями Титана и Тритона — спутников Сатурна и Нептуна. Они обладают достаточно плотными атмосферами, которые длительное время сохраняются в газообразном состоянии несмотря на то, что галилеевы спутники Юпитера давно уже покрыты броней замороженных атмосфер.

Мощные вулканические катаклизмы наблюдаются сейчас в системе планет-гигантов. Физические характеристики планет дают возможность предполагать, что в системе Сатурна сравнительно недавно произошли грандиозные процессы, приведшие к резкому повышению температуры на самом Сатурне и его спутниках. При этом могла испариться ледяная «броня»

спутника Титана, что и привело к образованию его атмосферы. Детали этой схематической картины, разумеется, требуют уточнения.

Концепция «извержений» приближает нас к пониманию действительной истории Солнечной системы. Сопоставление данных о малых телах и планетах указывает, что протопланеты начали свое существование в виде масс высоконагретого звездного вещества. Ибо грандиозные потери энергии можно объяснить, лишь допустив, что в начальном состоянии внутренняя температура планет была порядка миллиона градусов или выше. История планет — это постепенная потеря запасов гигантской внутренней энергии и энергии последующих химических реакций. Более поздняя стадия эволюции всех планетных тел должна была протекать в условиях противоборства между механической крепостью коры и замороженной атмосферой, между силами молекулярного сцепления и гигантским давлением газов, скапливающихся под коровой оболочкой. Сила тяготения здесь играла уже второстепенную роль, хотя, конечно, она обуславливала падение на поверхность планеты некоторой части выброшенных масс; они и создавали многочисленные вторичные кратеры.

ДИФфуЗНОЕ ВЕЩЕСТВО ГАЛАКТИКИ — ПРОДУКТ ЭРУПТИВНОЙ ЭВОЛЮЦИИ ЗВЕЗД И ПЛАНЕТ?

В результате активности планет, в результате выброса кометных и метеоритных масс Солнечная система поставляет диффузное вещество в

межзвездное пространство. Не случайно многие наиболее характерные химические составляющие комет давно уже обнаружены в галактическом пространстве. Особенно поразительное открытие сделано методом радиоспектроскопии: в активных районах Галактики удалось найти гигантские скопления молекул углеводородной и азотной групп, класса аминокислот, которые можно ожидать в атмосферах протопланет или остывающих звезд.

История малых тел показывает, что все наблюдавшиеся кометы возникли внутри Солнечной системы во время бурных вулканических процессов на поверхности планет; Солнечная система выбрасывает это кометное вещество в межзвездное пространство. Безусловно, сходство межпланетной и межзвездной среды говорит в пользу того, что процессы распада планетного вещества (или звездного вещества в протопланетной стадии) совершаются в Галактике в широких масштабах. Вероятно, не только газовый, но и пылевой материал многочисленных областей нашей и других галактик — продукт распада звездного и протопланетного вещества. Примерами могут служить туманность Ориона или газово-пылевые облака в созвездии Стрельца.

Многие астрофизики рассматривают активные области в Галактике как места конденсации и рождения звезд. Однако никаких фактов, подтверждающих такое мнение, по свидетельству известного исследователя туманностей Ван ден Берга, не существует. Наоборот, радиоспектры молекулярных облаков демонстрируют значительные различия в радиальных скоростях, что указывает на разбегание этих облаков, на распад вещества диффузных туманностей. Как в Солнечной системе, так, по-видимому, и в туманностях созвездий Стрельца и Ориона происходит не конденсация, а распад вещества.



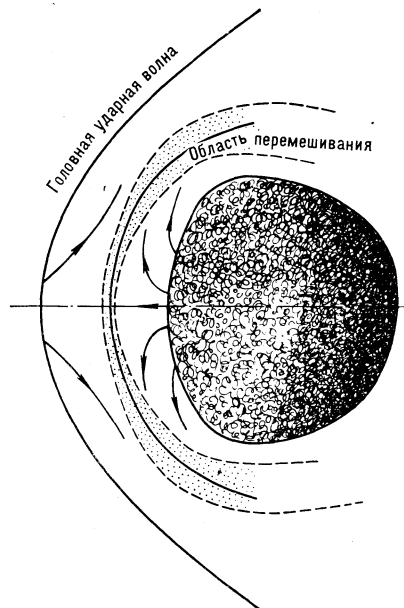
Академик
Г. И. ПЕТРОВ
Доктор физико-математических наук
В. П. СТУЛОВ

Новая гипотеза о Тунгусском метеорите

Загадочная катастрофа, случившаяся в сибирской тайге 30 июня 1908 года, давно привлекает внимание различных специалистов. Тунгусский метеорит, этот непонятный «пришелец» из Космоса, породил столько раздумий, гипотез и фантастических предположений! В последнее время в научной, да и в популярной литературе авторы предпочитают избегать термина «метеорит»: уж слишком необычны последствия его падения. И сейчас не вызывает сомнения то, что «Тунгусское тело» нельзя поставить в один ряд с железными или каменными метеоритами, выпадающими на Землю.

Надежно установлено, что в месте падения Тунгусского тела нет сколько-нибудь заметного кратера, который неизбежно появляется при ударе о поверхность планеты тела, обладающего большой кинетической энергией. И еще один надежно установленный факт — взрывоподобный характер торможения Тунгусского тела в атмосфере, в результате чего на тайгу упала мощная ударная волна. По некоторым оценкам, взрыв произошел на высоте около 10 км.

Из ураянений баллистики следует, что взрывоподобное взаимодействие тела и атмосферы возможно, лишь когда это тело обладает большой начальной кинетической энергией и плотностью, приближающейся к атмосферной. Но плотность земной атмосферы очень резко изменяется по мере увеличения высоты. Если плотность тела близка к плотности воздуха у поверхности Земли, то «взрыв» произойдет в приземных слоях. Будут наблюдаться те же явления, что и при разрушении твердого тела о твердую



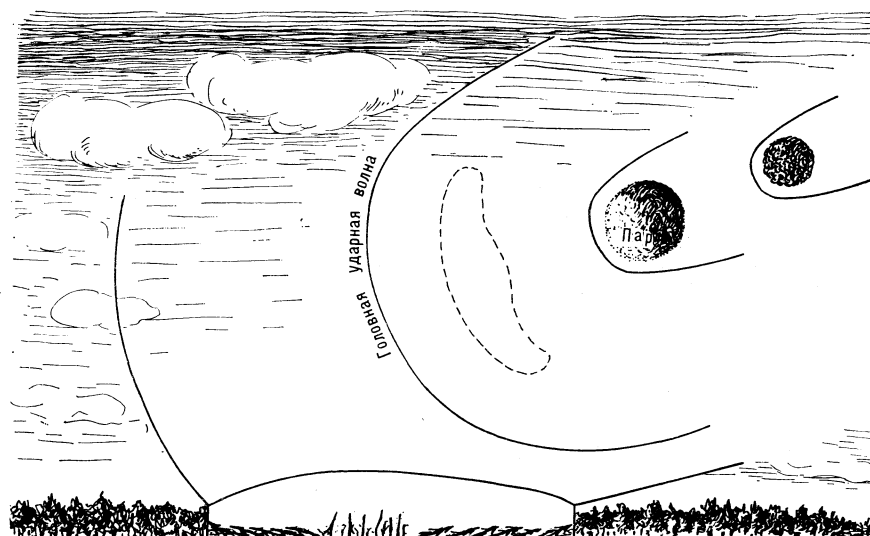
преграду. Когда плотность ударяющего тела (бойка) много меньше плотности преграды, его начальная кинетическая энергия рассеется у внешней поверхности препятствия за очень короткое время. Если плотности бойка и преграды сравнимы, ударяющее тело проникнет в преграду. И наконец, при плотности бойка много выше плотности препятствия, тело будет постепенно внедряться в преграду, а его начальная энергия рассеиваться. Ра-

Процесс разрушения тела, движущегося в атмосфере со сверхзвуковой скоростью. Воздух проникает сквозь головную ударную волну и нагревается до высокой температуры. Само тело испаряется. Его пары частично попадают в область перемешивания и уносятся потоком

зумеется, во всех трех случаях сравнивались тела, у которых и начальная кинетическая энергия и скорость одинаковы.

Из обширных исследований по аэродинамике сверхзвуковых течений известно, что при медленном торможении тела, движущегося в газе со сверхзвуковой скоростью, головная ударная волна постепенно ослабевает, достигая в конце концов нулевой интенсивности. Иное дело — быстрое торможение. Внезапная остановка вызывает отрыв мощной головной ударной волны от породившего ее тела. Со временем волна распространяется вперед, ослабевая и принимая сферическую форму. Ее форма и характер движения напоминают ударную волну, которая образуется при взрыве заряда взрывчатого вещества. Согласно расчетам, быстрое торможение и сопутствующие явления происходят, когда средняя плотность тела не более чем в 10 раз превосходит плотность окружающего газа.

Отсутствие кратера в месте падения Тунгусского метеорита говорит о том, что практически вся начальная кинетическая энергия, оцениваемая различными исследователями в пределах 10^{23} — 10^{24} эрг, была рассеяна в процессе торможения тела в атмосфере. Точные решения баллистических уравнений при значениях параметров, близких к ожидаемым параметрам Тунгусского тела, показывают, что полное рассеяние большой кинетической энергии возможно лишь для тел малой плотности. Ожидаемые значения плотности тела, способного рассеять энергию около 10^{24} эрг, не должны превышать $0,1$ г/см³. Таким образом, Тунгусское тело могло быть



весьма рыхлым: оно плотнее воздуха у поверхности Земли не более чем в 10 раз.

Тела, движущиеся в газе с большой сверхзвуковой скоростью, нагреваются окружающим газом. В мощной головной ударной волне атмосферный газ приобретает очень высокую температуру. Режим теплообмена может существенно повлиять на движение тела, поскольку сильный нагрев приводит к испарению его вещества и уносу определенной доли массы. Недавно выполненные исследования показали, что при движении тел с «метеоритными» скоростями в воздухе преобладающую роль в аэродинамическом нагреве играет тепловое излучение плазмы, находящейся за головной ударной волной.

В отличие от обычного теплообмена в результате простого контакта горячего и холодного вещества, при теплообмене излучением возможен нагрев тела на некотором расстоянии от излучающего объема, разумеется, если тело окружено газом, прозрачным для излучения. Когда тело движется с большой скоростью, перед ним образуется слой паров. Эти пары, как правило, прозрачны для инфракрасного и видимого излучений воздуха, нагретого головной ударной волной, и непрозрачны для ультрафиолетового. Толщина слоя паров быстро увеличивается: поверхность тела как бы мгновенно «вскипает» под действием мощного потока лучистой энергии. При таком механизме разрушения доля начальной массы, уносимая набегающим потоком газа, значительно меньше испарившейся массы. Иначе говоря, большая часть испарившегося вещества сохраняет ки-

нетическую энергию движущегося тела и должна учитываться при решении баллистического уравнения. Уносится будет лишь часть испарившейся массы, попавшая в область за ударной волной, где воздух перемешивается с парами тела.

Излучение нагретой плазмы должно играть важную роль не только на начальном участке движения тела, но и после его быстрого торможения. Интенсивность оторвавшейся от тела ударной волны очень велика, так что даже по мере ее расширения температура воздуха за ней все еще остается высокой. Именно расширением сильной ударной волны можно объяснить упоминавшееся многими очевидцами интенсивное свечение неба. При скорости движения тела около 40 км/сек в спектре излучения воздуха, расположенного за ударной волной, должна быть значительная доля рентгеновских частот.

Приведенные выше рассуждения

Разрушение тела в нижних слоях атмосферы. При сильном торможении испаряющегося тела, которое как бы расплющивается, столкнувшись с атмосферой, головная ударная волна отрывается от породившего ее тела. Падая на землю, она отражается и ее след распространяется на огромные расстояния

помогает воссоздать вероятную картину Тунгусского явления. Рыхлый ком снега радиусом около 300 м и плотностью менее $0,01 \text{ г/см}^3$ с большой начальной скоростью вошел в плотные слои атмосферы под некоторым углом к горизонту. До высоты 40—60 км ком двигался как единое целое, хотя уже началось интенсивное испарение с его лобовой поверхности. На указанной высоте процесс испарения резко убыстряется; образовавшееся газовое облако под действием давления быстро увеличивается в размере. Это приводит к еще более сильному торможению. Головная волна отрывается от тела, уходит вперед, увлекая за собой возрастающий объем нагретого и излучающего воздуха. На высоте около 10 км уже все тело превратилось в газ, который почти потерял свою кинетическую энергию и рассеялся в окружающей атмосфере. Ударная волна упала на землю, частично отражаясь. Ее падение сопровождалось вывалом леса на огромной площади. След ударной волны распространился по земной поверхности на большие расстояния.

Рыхлый снежный ком, вторгшийся в земную атмосферу 30 июня 1908 года, вполне мог быть ядром кометы, во всяком случае современные теории ядер комет этому не противоречат.



В № 1 «Земли и Вселенной» за 1975 год была напечатана в порядке обсуждения статья кандидата педагогических наук Е. П. Левитана «Курс астрономии в школе будущего». Редакция начинает публикацию откликов на эту статью.

Своевременность обсуждения будущего курса астрономии

О школьной астрономии будущего, несомненно, нужно думать сейчас. Поэтому своевременно и актуально поставлен вопрос о дальнейшем совершенствовании школьного курса. В предложенном Е. П. Левитаном проекте программы курса астрономии сохранена и углублена астрофизическая направленность. Можно согласиться с достаточно обоснованной последовательностью изложения материала. Изучать Солнце до знакомства с физической природой тел Солнечной системы вполне логично. Это соответствует важному методологическому принципу перехода от созерцания к абстрактному мышлению и далее к практике. Не противоречит такая последовательность и принципам доступности и наглядности. О значении Солнца как источника жизни на Земле нетрудно рассказать, опираясь на имеющиеся у школьников знания, а изучение модели Солнца в начале курса может повысить интерес учащихся к проблемам звездной астрономии.

В предлагаемом проекте программы впервые созвездия и сезонные изменения звездного неба рассматриваются в разделе «Звезды и межзвездная среда». Это — своеобразное «растворение» элементов сферической астрономии в астрофизику.

В целом проект программы правильно прогнозирует содержание будущего школьного курса астрономии. Вызывает, однако, сомнение возможность уложить это содержание в «прокрустово ложе» 35 учебных часов. На первый раздел «Введение» программа отводит только три урока. На них следует рассмотреть ряд вопросов, имеющих и познавательное, и миро-

воззренческое значение. Мы считаем, что на изучение законов Кеплера и их обобщения Ньютоном, а также на решение задач, связанных с законом Кеплера, потребуется не менее двух уроков. А нужно еще рассказать о геоцентрической и гелиоцентрической системах мира и борьбе за научное мировоззрение. Эти вопросы, играющие огромную роль в атеистическом воспитании учащихся, ни в коем случае не должны быть скомканы. Предусмотренные программой практические и лабораторные занятия также потребуют дополнительного времени. Отказаться от них было бы неразумным, ибо такие занятия помогают учащимся глубже понять основные вопросы школьного курса. Поэтому время, отводимое на «Введение», должно быть увеличено.

Но почему программа будущего школьного курса астрономии должна ограничиваться 35 часами? История советской средней школы помнит и 72-часовую программу, и специальный учебник, написанный по этой программе. Такое же количество часов отводилось на курс космографии в дореволюционных реальных училищах.

Начало космической эры повышает удельный вес астрономических знаний в общей образованности человека. Но нужен ли новый «курс космонавтики» в средней школе? Не лучше ли сделать более глубоким курс астрономии, который будет содержать в себе и методы, и результаты космических исследований. Не два сокращенных курса нужны школе, а один полный. При этом не столь важно, как он будет называться. Может быть даже следует возвратиться к старому

названию «космография», вложив в этот термин новое содержание, соответствующее современной эпохе проникновения человека в космическое пространство.

Проект программы стремится подтянуть школьный курс к уровню современной науки. Но не слишком ли мы увлекаемся, включая в программу идеи и факты, которые в значительной мере остаются или дискуссионными, или гипотетическими? Такими, например, «черные дыры». Эти объекты еще не вошли ни в программы педагогических институтов, ни даже в новые издания вузовских учебников. А ведь по этим учебникам мы готовим будущих учителей, которым в 80-х годах придется преподавать школьный курс астрономии.

Хотя проект программы не выделяет в отдельную тему сферическую астрономию, она в программе незримо присутствует (экваториальные координаты, методы определения расстояний, причины изменения вида неба в течение суток и в течение года и т. д.). Но само понятие «небесная сфера» в программе отсутствует. Между тем представление о небесной сфере не требует значительных затрат времени, а также исключает придумывание различных аналогов или новых методов для изложения некоторых весьма простых вопросов.

Можно отказаться от строгого определения понятия небесной сферы, от скрупулезного рассмотрения всех ее линий и точек, но само это понятие должно фигурировать в учебнике, и о нем следует сказать в программе. Ввести его можно не в специальный раздел, а там, где появится необходимость. Например, третий раз-



АСТРОНОМИ-
ЧЕСКОЕ
ОБРАЗОВАНИЕ

дел программы «Звезды и межзвездная среда» следовало бы изложить в такой редакции: «Звездное небо (небесная сфера и созвездия, различие звезд по блеску). Причины изменения вида неба в течение суток и года. Понятие об экваториальных координатах (по аналогии с географическими)».

Нельзя также обойтись в школьном курсе без понятия азимута и высоты светила. Пусть знакомство с этими координатами произойдет не на лекциях по сферической астрономии, а на практических занятиях, но для общей астрономической образованности они безусловно необходимы. Это в равной мере относится и к угловым измерениям на небесной сфере.

Проект программы полностью включает такой раздел астрономии, как измерение времени. А измерение времени — это не только секунды,

минуты и часы, но и построение календаря, летосчисление. Можно ли представить себе образованного человека, не знающего, что положено в основу измерения длительных промежутков времени, не понимающего смысла календарного исчисления, которым он ежедневно пользуется? Где же, как не в курсе астрономии, учащиеся должны получить эти сведения?

Конечно, астрономия — наблюдательная наука, а не геометрия, поэтому невозможно создать «абсолютно логичный курс» астрономии в средней школе. Этот тезис не вызывает возражений тем более, что и школьная геометрия не является «абсолютно логичным курсом». Но математика и физика в школе не исключают рассмотрения самых элементарных вопросов, начиная с простейших дейст-

вий над целыми числами и описания простейших фактов из области физики.

Необходим углубленный курс астрономии, рассчитанный на 70 часов. Такой курс при общей астрофизической направленности должен содержать самые необходимые сведения из сферической астрономии, астрометрии и космонавтики. В предлагаемом проекте программы впервые удачно введены элементы сферической астрономии в те разделы астрофизики, где появляется в них необходимость. Без ущерба для общей астрофизической направленности школьной астрономии можно попытаться включить и другие, не менее важные вопросы, не нашедшие места в опубликованном проекте.

Доцент Винницкого педагогического института
И. Д. ИЛЬЕВСКИЙ

Ближайшее будущее астрономии в школе

По сравнению с традиционным школьным курсом астрономии, создававшимся в течение столетия, существующая программа астрономии, по которой более или менее успешно преподается сейчас этот предмет в школах, явилась значительным достижением. В школьной астрономии отражаются не только новейшие успехи этой науки, но она играет огромную роль в становлении научного мировоззрения молодого поколения.

Можно полностью согласиться с Е. П. Левитаном, что «проблема совершенствования преподавания астрономии никогда не будет решена окончательно, ибо никогда не окончится ни сам процесс познания Вселенной, ни совершенствование процесса обучения». Вместе с тем необходимо отметить, что начало 80-х годов для замены существующей программы новой слишком отдалено. Проекты и дискуссия по ним представляются

своевременными теперь, а их результаты могут потребовать пересмотра программы и создания новых учебников уже через несколько лет.

В общих чертах предложенный проект программы по астрономии вполне приемлем. Однако, мы считаем полезным сделать ряд частных замечаний.

Первый раздел «Введение» должен содержать историческое развитие представлений о Вселенной. Поэтому



ИЗ ГЕРКУЛЕСА — ТРОЙНАЯ СИСТЕМА?

По сообщению К. Бречера и И. Вассермана, период рентгеновских пульсаций в системе Геркулес X-1 колеблется. Объяснить такое странное периодическое изменение периода пульсаций можно, если допустить, что в системе Геркулес X-1 есть еще одна звезда. Рентгеновский пульсар входит в состав тесной двойной системы, а сама эта тесная двойная система обращается вокруг общего центра масс еще с одним, менее массивным телом.

Гипотетическая третья звезда должна иметь массу в 60 раз меньшую, чем видимая звезда ИЗ Геркулеса. Тогда теоретическое изменение периода пульсаций совпадает с наблюдаемым. Поскольку масса видимой звезды равна 2,5 солнечной, то масса третьего тела должна быть всего 0,04 солнечной, а расстояние до него в 50 раз превосходит расстояние видимой звезды до рентгеновского источника.

Как известно, нейтронные звезды образуются при взрыве сверхновых. Вряд ли во время такой катастрофы третье тело могло остаться в системе, скорее всего, оно было выброшено. Поэтому К. Бречер и И. Вассерман приходят к заключению, что один из компонентов тесной двойной системы ИЗ Геркулеса не нейтронная звезда, как обычно считают, а белый карлик.

«Astrophysical Journal Letters», 192, 3, 1974.

в него следовало бы включить определение расстояний до светил (параллактический и радиолокационный методы), что позволило бы создать пространственные модели Солнечной системы.

Исходя из принципа, что в процессе обучения нужно переходить от известного и близкого к менее известному и более отдаленному, мы предлагаем во втором разделе программы изучать не только Солнце, как типичную звезду, но и Землю, как представительницу космических тел-планет, а также Луну, как сравнительно хорошо знакомое космическое тело малых размеров. Известно, что учащиеся, приходя в последний класс средней школы, мало знают о внутреннем строении внешней оболочки и магнитосфере Земли. А ведь им предстоит узнать о воздействии Солнца и Луны на Землю. Наконец, содержание этого раздела дало бы большой материал для практических работ и наблюдений.

В проекте программы предлагается рассматривать «стационарное состояние» и «эволюцию» звезд независимо друг от друга. Но, может быть, лучше избежать этого, поскольку диаграмма «Герцшпрунга — Рассела» не может быть понята без представлений об эволюции звезд.

Мы предлагаем последний раздел программы назвать «Космологические модели Вселенной», исключив из него вопрос о расширении Метагалактики. Этот вопрос следует перенести в раздел «Галактики», где обсуждаются расстояния до галактик и дается понятие о Метагалактике.

Если согласиться с нашими замечаниями, то целесообразно следующее

распределение часов: I. Введение — 4 (по проекту 3); II. Солнце, Земля и Луна — 5 (3); III. Звезды и межзвездная среда — 10 (11); IV. Галактики — 4 (3); V. Планеты и малые тела Солнечной системы — 10 (12); VI. Космология и космогония — 2 (3).

Несколько слов о факультативных занятиях по астрономии. Программа факультатива по астрономии обоснованно представляет далеко не лучший расширенный вариант обязательной программы. Школе вообще не столько нужен «расширенный вариант», сколько углубление на факультативных занятиях отдельных проблем астрономии, как это правильно отмечалось в печати еще несколько лет назад («Физика в школе», № 2, 1968 г.). Надо воспользоваться издаваемой научно-популярной литературой, организовать факультативы, насыщенные не только рефератами, но и разнообразной наблюдательной и лабораторной работой. Программу факультативов следовало бы рассчитать на 30—35 часов занятий.

Есть еще одна важная проблема — наблюдения. Их трудно проводить в больших городах, которые настолько разрослись и настолько освещены, что трудно найти время и место для наблюдения. Но совершенно отказываться от наблюдений нельзя. Надо стремиться проводить их осенью и весной за городом. Некоторые наблюдения учащиеся могут выполнять самостоятельно во время поездок, в лагерях и т. п. Зимой необходимо более эффективно использовать искусственное небо планетариев.

**Председатель учебно-методической секции Литовского отделения ВАГО
А. ЮШКА**



ЛЮБИТЕЛЬСКАЯ
АСТРОНОМИЯ

«Служба неба» во Дворце пионеров

В астрофизической лаборатории Дворца пионеров Фрунзенского района города Москвы занимаются ученики 5—10 классов. Здесь начинается их знакомство с астрономией, геологией, физикой; они приобретают навыки практической работы с приборами и телескопами — от маленького телескопа системы Максута до 5-дюймового рефрактора Цейсса. Ребята проводят ночные наблюдения, занимаются астрофотографией, конструированием и изготовлением аппаратуры, осуществляют эксперименты по моделированию кратероподобных структур, участвуют в экспедициях Московского отделения Всесоюзного астрономо-геодезического общества.

Шесть лет назад, когда первые школьники пришли в кружок планетологии, они мало что знали о связи комет с «падающими звездами» метеорных потоков, о болидах, о метеоритных кратерах — «звездных шрамах», усеявших лик Луны и всех планет земной группы. Но именно этими вопросами им предстояло заниматься. Члены кружка посетили Минералогический музей, где осмотрели коллекцию метеоритов Академии наук СССР. И ребята решили создать свою «Службу неба», которая поможет отыскать новых «пришельцев» из Космоса.

В лаборатории Дворца пионеров началось конструирование болидной камеры. По существу — это большой фотоаппарат, снимающий на пластинки размером 24×30 см. Специальный объектив камеры имеет поле зрения 120°. Кроме основной камеры одновременно изготавливались маленькие «болидки», как называют их ребята.



Для этих камер требовались фотопластинки 13×18 см и 9×12 см. Объективами «болидок» служили обыкновенные конденсорные линзы, которые для уменьшения искажений пришлось задиафрагмировать. Пошли в дело и обычные фотоаппараты, начиная от «Фотокоров» и «Смен» и кончая «Зоркими» и «Зенитами». К лету 1971 года группа планетологов была достаточно «вооружена», чтобы произвести «разведку боем»: намечалась экспедиция в поселок Вышгород Московской области — первая экспедиция «Службы неба»!

«Служба неба» ведет свои наблюдения каждую ясную ночь, фотогра-

фируя все небо или какой-нибудь его участок. Предварительно заряженный чувствительной (90—130 ед. ГОСТ) пленкой или пластинкой фотоаппарат (либо камера) юстируется на бесконечность. Затем, открыв полностью диафрагму (если только Луна не в полнолунии) и установив длительную выдержку, наблюдатель открывает затвор. Экспозиции ребята определяют в зависимости от черноты неба. Если ночь светлая, экспозиция продолжается не более 30 минут, в темные ночи — до трех часов.

Легче всего снимать область неба вблизи зенита: для этого достаточно положить аппарат на любую горизонтальную поверхность (стол, пенек или прямо на землю). Нужно лишь проследить, чтобы на объектив не попал посторонний свет от фонаря, лампы, костра. Если у аппарата спусковая кнопка лишена фиксатора, то можно воспользоваться тросиком со стопором. Теперь аппарат сам будет «следить» за всеми небесными событиями. Наблюдателю остается лишь записать дату, место, время съемки и указать область неба, куда наведен аппарат, чтобы потом негатив можно было обработать. Перед рассветом необходимо сильнее закрыть диафрагму, а то светящееся с восходом Солнца небо быстро засветит пленку.

И вот начались съемки. Конечно, на быстрый успех ребята и не рассчитывали. Но все же, проявляя первые пленки, они часто испытывали разочарование: кроме дуг, оставленных звездами из-за вращения Земли, на снимках ничего не было. Однако разочарование оказалось мимолетным: на фоне привычных следов звезд начали появляться следы необычные. Тонкие

Обсерватория Дворца пионеров Фрунзенского района Москвы

Фото автора



светлые линии различной яркости «прочертили» на фотопластинке искусственные спутники. За ними потянулись самолеты с разнообразным «нарядом» бортовых огней. На фотопластинке они выглядят, как и спутники, но по бокам их линий через равные промежутки видны точки — вспышки бортовых огней. Оставила свой «автограф» шаровая молния, а вскоре гостями «Службы неба» стали метеоры — «родственники» желанных болидов.

Как опытный охотник по следам на снегу легко восстанавливает события прошедших часов или дней, так и ребята по фотографиям читают о событиях, происходивших на ночном небе. Но ведь снят всего лишь небольшой участок неба, а вдруг совсем рядом случилось что-то важное? Надо следить за всем небом! И кружковцы конструируют портативную фотокамеру с тремя объективами «Юпитер-

12», у каждого из которых поле зрения 60° .

Совершенствуется и другая аппаратура. При длительных экспозициях на негативе столько звездных следов, что порой они сливаются. Нельзя ли устранить этот недостаток, а заодно и получить информацию о звездах? Можно! Необходимо только фотоаппарат или камеру установить по широте и поворачивать вслед за звездами. Тогда они на негативе будут точечными. Благодаря эффекту светонакопления, звезд на снимке станет гораздо больше, так что можно составить свой звездный атлас, ну а главное — появится возможность легко узнать астероид: из-за собственного движения его след вытянется. Легко обнаружить и звезду, которая неожиданно вспыхивает или меняет свой блеск. Да и метеор сможет рассказать о себе гораздо больше — теперь он сам укажет свой радиант. И вот аппаратура «Службы неба» снабжена параллактическими установками с часовым механизмом. Все это ребята сделали сами. Николай Тихомиров со-

брал блок питания и пульт управления, Александр Туманов изготовил новую камеру для пластинок 24×30 см, а Юрий Шапкин смонтировал на объективе противоросное термостойкое устройство, которое предохраняет оптику от оседания капелек влаги.

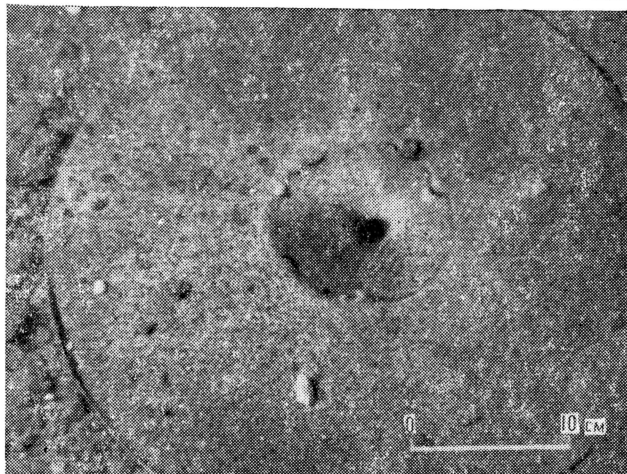
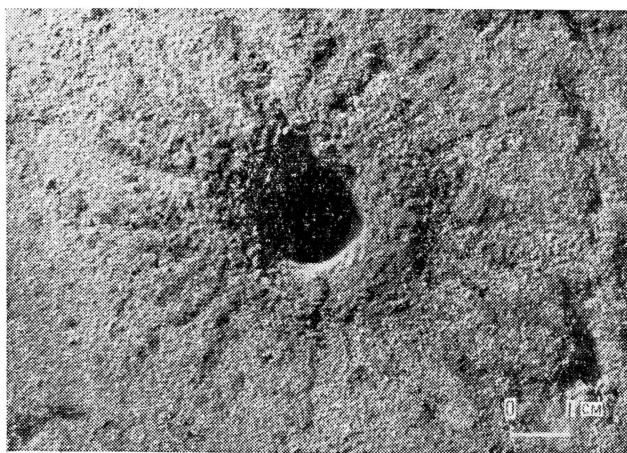
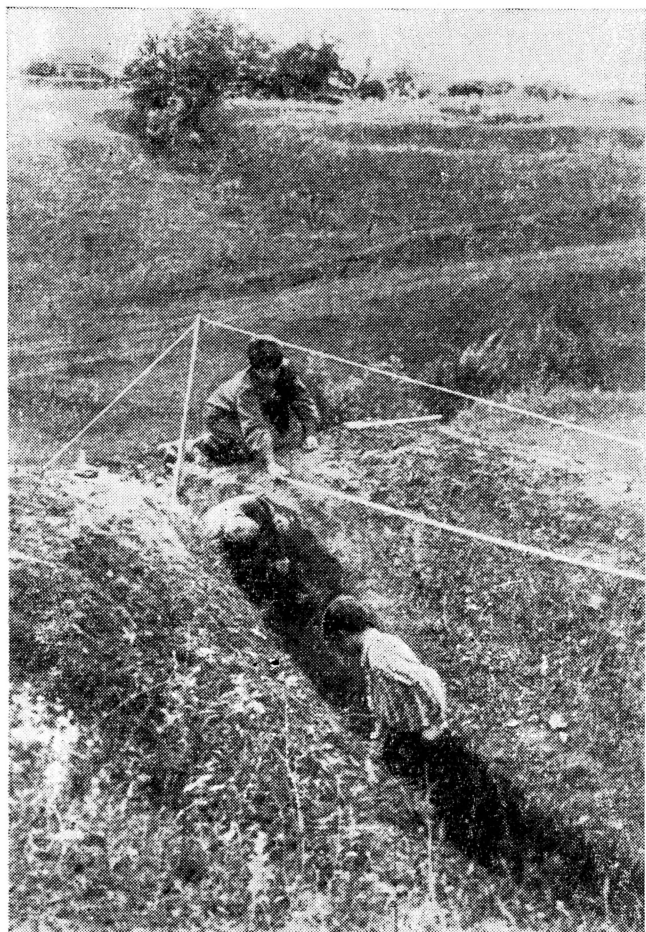
Но не только «Службу неба» несли ребята в свою первую летнюю экспедицию.

Падая на землю, крупные метеориты образуют кратеры. Пока были недоступны метеоритные кратеры, ребята изучали похожие на них по структуре воронки, оставшиеся со времен войны. На берегу подмосковной реки Протвы они выкопали свою первую исследовательскую траншею через небольшую воронку, изучили строение валов, произвели замеры.

Этой работе в поле предшествовали долгие лабораторные эксперименты по моделированию ударных и взрывных кратеров. Бросая стальные шарики с разных высот в абразивные порошки различной плотности, ребята постигали премудрости кратерообразования. Они строили графики за-

Занятия в астрофизической лаборатории Дворца пионеров

Фото автора



висимости диаметра кратера и протяженности лучей — выбросов из кратера от массы заряда и глубины взрыва. Итоги этих исследований были подведены в докладе Александра Туманова «Метеоритные кратеры на планетах земной группы», который он сделал на третьей кишиневской научно-теоретической конференции старшеклассников в 1971 году. Доклад был удостоен диплома. Продолжая лабораторные эксперименты, разве предполагали ребята, что спустя менее двух лет они будут стоять у настоящего метеоритного кратера, копать шурфы и извлекать из земли космическое вещество!

Однако прежде чем выехать в Эстонию на кратерное поле Каали, кружковцы освоили миноискатели. Тренировочные поиски космического вещества они начали летом 1972 года в

Марийской АССР, где изучали предполагаемые метеоритные кратеры. Обследуя миноискателями кратеры Каали в весенние каникулы 1973 года, Сергей Дронов и Петр Гладышев уверенно находили осколки размером с вишневую косточку и быстро доставали

■
Ребята изучают структуру бомбовой воронки в Вышгороде

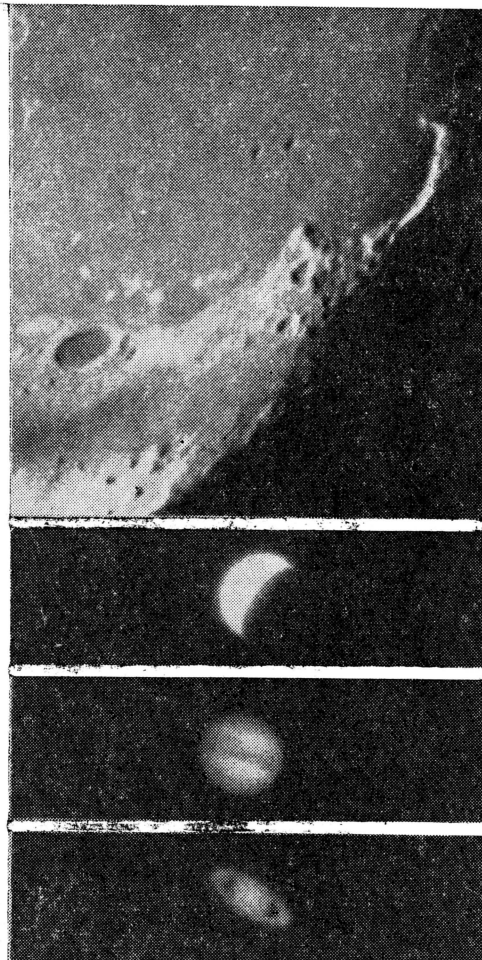
■ ■
Ударный (вверху) и взрывной кратеры, возникшие в абразивных порошках при падении стальных шариков с разных высот

Фото С. Пименова

ли их из земли. Опыт работы с миноискателями пригодился юным астрономам и в сибирской тайге, куда летом 1973 года они ездили на поиски Тасеевского метеорита.

Экспедиционная деятельность астрофизической лаборатории фрунзенского Дворца пионеров всегда была обширной. Несколько раз ребята выезжали в Крым. Аппаратура «Службы неба» побывала в районе Планерского, Перевального, Нового Света и даже на заснеженных склонах Эльбруса, на высоте 4000 м. А наблюдения кометы Когоутека в конце 1973 — начале 1974 года кружковцы проводили на Тянь-Шане.

Но не только далекие поездки увлекают школьников. Каждый ясный вечер в обсерватории Дворца пионеров они наблюдают и фотографируют в 5-дюймовый телескоп Луну, планеты,



У 5-дюймового телескопа Цейсса, установленного в обсерватории Дворца пионеров

Фото Н. Тихомирова

Залив Радуги в лунном Океане Бурь. Фотография получена с окулярным увеличением на 5-дюймовом телескопе Александром Тумановым

Планеты Венера, Юпитер и Сатурн. Снимки сделаны Сергеем Калининским на 5-дюймовом рефракторе

туманности и звездные скопления. Получить хороший снимок Луны обязан каждый член кружка. Наш естественный спутник фотографируют в главном фокусе телескопа и с окулярным увеличением. Не случайно, альбом лунных снимков самый богатый в лаборатории. В его создании активно участвовали Сергей Коротков, Сергей Калинин, Мария Якунина и др.

Многие кружковцы уже выросли, окончили школу и теперь учатся в институтах или работают. Но они частые гости в астрофизической лаборатории Дворца пионеров, где сейчас семиклассники Валентин Капранов, Михаил Биленкин, Александр Колобовников,

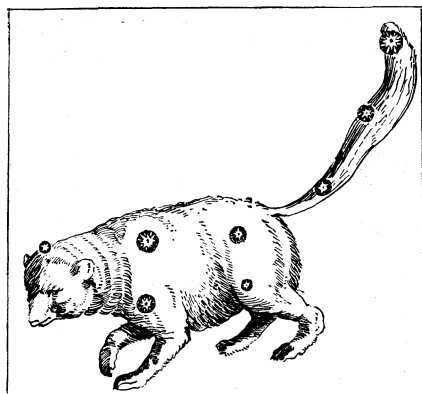
как и они когда-то, ведут эксперименты по моделированию кратероподобных структур, Леонид Непершин, Андрей Дмитриев, Григорий Толстой фотографируют небо в телескоп, Андрей Костылов и Андрей Яковлев конструируют широкоугольные астрокамеры.

Заведующий обсерваторией Фрунзенского районного Дворца пионеров

г. Москва

В. И. КОВАЛЬ

Большая Медведица

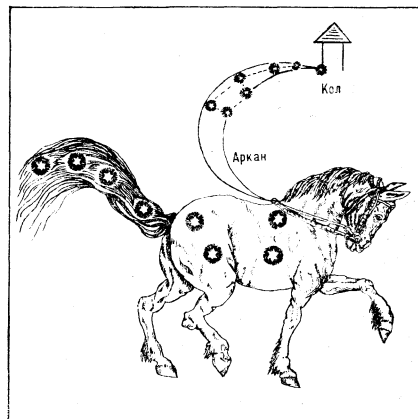


Кассиопея, Волопас, Близнецы, Персей... Все это — названия созвездий, и почти каждое из них связано с древним мифом. В легендах и фантастических сказаниях отражены земные представления людей, их нужды и чаяния. Эти помыслы человечество перенесло и на небо.

Созвездие Большой Медведицы служило ориентиром для кочевников, мореплавателей, путешественников. Очевидно поэтому у народов мира с Большой Медведицей связано особенно много легенд. Наиболее известны древнегреческие. Вот одна из них.

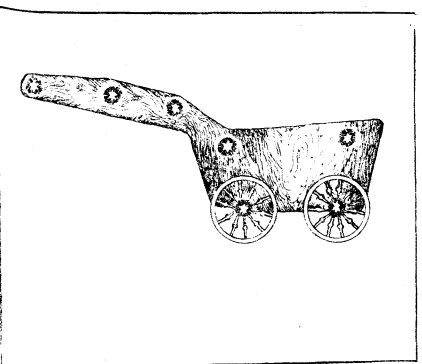
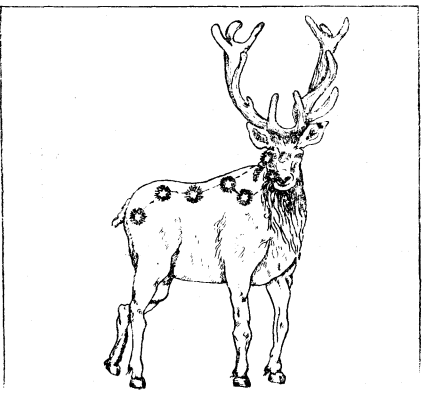
У царя Ликаона, правившего страной древних эллинов Аркадией, росла прекрасная дочь юная Каллисто. Своей красотой она покорила сердца не только аркадских юношей, но даже самого бога богов всемогущего Зевса. Однако, служа богине Артемиде, Каллисто дала обет безбрачия. Тогда Зевс пошел на хитрость. Он приблизился к Каллисто, приняв облик Артемиды, и разделил с ней ложе. Каллисто родила сына Аркада. Ревнивая Гера, супруга Зевса, не могла простить дерзости смертной Каллисто, рискнувшей соперничать с самой богиней, и превратила Каллисто в неуклюжую медведицу. И когда однажды Аркад, сын Каллисто, охотясь в лесу, встретил там свою мать-медведицу, то, ничего не ведая, хотел убить ее. Но Зевс, постоянно оберегавший Каллисто, не дал свершиться непоправимому. В последний момент он отвел разящую стрелу, а самого Аркада сделал медвежонком.

Всемогущий Зевс обессмертил своих любимых, вознес их на небо и превратил в созвездия — Большую и Малую Медведицы. На небе они стали



еще прекрасней, чем на земле. Восседавая на вершине Олимпа, бог богов любовался ими, зачарованно смотрел на звездный хоровод. Это еще сильнее злило Геру. Она потребовала у своего брата Посейдона не допускать медведицу в царство морское, уморить ее жаждой. Но Посейдон, владыка морей, пощадил любимицу Зевса. Кружась вокруг полюса, небесная медведица частично все же заходит за горизонт и погружается в живительную влагу земных океанов. А за ней неотступно следует ее малыш-медвежонок...

На старинных картах звездного неба прочно утвердилось изображение медведицы, но почему-то с огромным хвостом. Впрочем, эта странность находит объяснение, например, в сказаниях американских индейцев. Ирокезы рассказывают, что когда-то, в незапамятные времена, у всех медведей были роскошные и пушистые хво-



Из истории Ленинградского отделения ВАГО

сты. У небесного медведя — серебристый, как и он сам, у земного — бурый, блестящий. Небесный медведь всегда вел себя спокойно и скромно, был рассудительным и справедливым, земной же слыл драчуном, бахвалом и глупцом. Однажды он решил доказать небесному, что тот бездарный, а он, земной медведь, способен даже хвостом ловить рыбу. Опустил в проглубь хвост и стал приговаривать: «Ловись рыба большая и малая...». Ждал, ждал, а рыбы нет и нет. Да так и примерз. Пришлось хвост оборвать. С тех пор у земных медведей не стало пышных хвостов, а у небесного попрежнему великолепный хвост...

Народы нашей страны имеют свои представления о созвездии Большой Медведицы. В древние времена на Руси — в Новгороде и Поморье — это созвездие именовалось Лосем. На Украине его называли Возом. «Воз — четверо колес и тройка лошадей, запряженных друг за другом, — говорится в народном сказании. — Между передним и средним конем маленькая звездочка — уздечка (Алькор). Когда ее перекусят, тогда и миру конец». И еще говорилось, что на этом самом Возу некогда чумаки перевозили соль из Крыма, да и рассыпали. С тех пор так и остался Чумацкий шлях — Млечный Путь. Древним скотоводческим племенам Средней Азии на месте Большой Медведицы виделся резвый скакун, привязанный к золотому колышку — Полярной звезде.

Всего известно около 100 различных названий Большой Медведицы. В маленькой заметке их даже не перечесть!

И. И. НЕЯЧЕНКО

В предвоенные 1937—1941 годы Ленинградское отделение Всесоюзного астрономо-геодезического общества, возглавляемое профессором К. Ф. Огородниковым, проводило большую работу. Я в то время был секретарем массовой секции, которой руководил профессор С. К. Всехсвятский. Члены массовой секции стремились создать постоянный и сплоченный коллектив активистов-энтузиастов, любящих свое дело, которые могли бы помочь распространению астрономических знаний среди населения. Это было особенно важно потому, что астрономию в школах тогда практически не преподавали. А если в отдельных школах преподавание астрономии и велось, то на очень низком уровне.

Ленинградское отделение ВАГО установило тесную связь с Городским и Областным отделами народного образования Ленинграда. Профессор С. К. Всехсвятский и В. И. Прянишников часто выступали на учительских конференциях, проводили консультации и семинары для преподавателей астрономии. Была организована даже специальная комиссия под председательством профессора С. Г. Натансона, помогавшая учителям в их повседневной школьной работе. Одним из многочисленных мероприятий, осуществленных комиссией, были экскурсии преподавателей в Пулковскую обсерваторию. Принятые меры плодотворно сказались на качестве преподавания астрономии в школах Ленинграда и области.

Кроме того В. И. Прянишников предложил обширную внешкольную программу по астрономии. Цели, которые преследовала эта программа, — борьба с малограмотностью и атеис-



тическая пропаганда. Программа включала такие вопросы, как «История развития взглядов на строение Вселенной», «Солнце и его значение», «Мир планет», «Образование и развитие миров (космогонические проблемы)» и др. Программа предусматривала и практические занятия школьников — наблюдения неба в бинокли и телескоп. Для наблюдений использовался 5-дюймовый телескоп, установленный в специальном павильоне во дворе Дома занимательной науки. Массовая секция совместно с Домом занимательной науки организовала коллектив наблюдателей, куда входили не только школьники, но и студенты техникумов и высших учебных заведений. Возглавил этот коллектив один из активнейших членов Ленин-

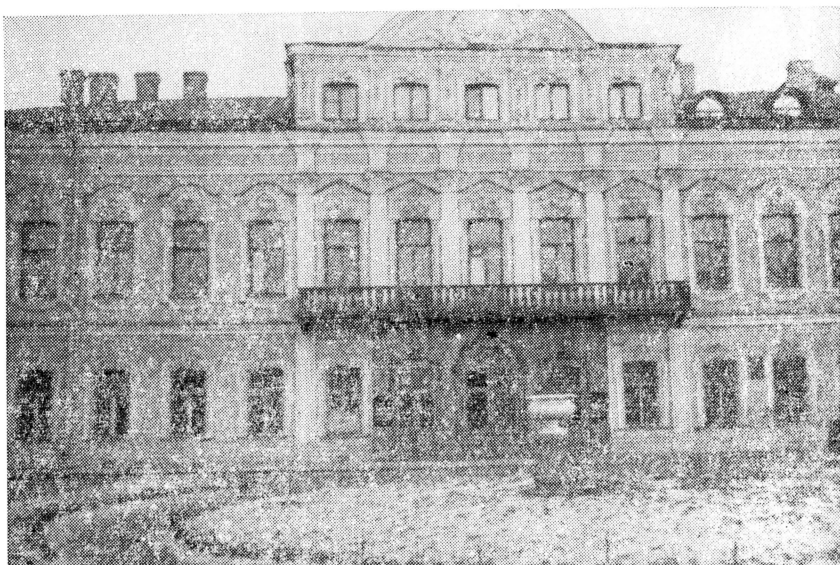
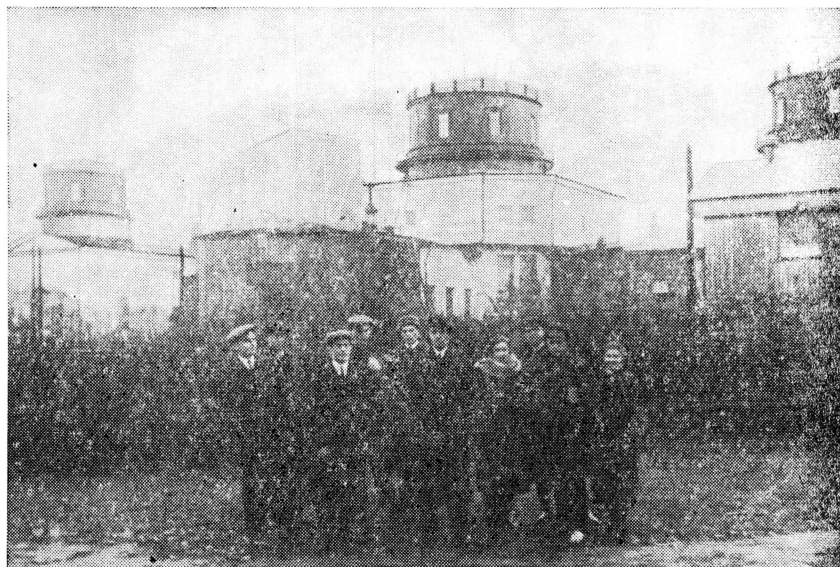
Василий Иосифович Прянишников — замечательный лектор, талантливый ученый-пропагандист (1937 г.)



градского отделения ВАГО В. Н. Петров. По внешкольной программе, разработанной В. И. Прянишниковым, проводились астрономические конкурсы и викторины. Увлечение занимательной астрономией настраивало ребят на более глубокое изучение этой науки.

Популяризацию астрономической науки среди населения массовая секция Ленинградского отделения ВАГО вела вместе с Ленинградским областным советом Союза воинствующих безбожников. По просьбе совета и при содействии Пулковской обсерватории массовая секция организовала в августе 1938 года показ неба в 3-дюймовый рефрактор для посетителей Таврического парка. Хотя небесные тела демонстрировались за плату, более 2000 человек посмотрели на небо в телескоп.

В августе 1940 года, когда отмечалось 340-летие со дня смерти Джор-



Кирилл Федорович Огородников, возглавлявший Ленинградское отделение ВАГО перед войной (1937 г.)

Студенты 2-го Ленинградского медицинского института — члены астрономического кружка (1937 г.)

Здание на набережной Фонтанки, где перед войной размещался Дом занимательной науки

дано Бруно, Ленинградский областной совет Союза воинствующих безбожников и массовая секция Ленинградского отделения ВАГО подготовили театрализованную постановку «Сожжение Джордано Бруно». Вечер, посвященный памяти великого итальянского ученого, проходил в Центральном парке культуры и отдыха имени С. М. Кирова, на открытой площадке Масляного луга. В инсценировке уча-

ствовали артисты ленинградских театров. Роль папы римского исполнял народный артист СССР Ю. М. Юрьев, роль Джордано Бруно — Н. К. Черкасов.

Дорожки Масляного луга, по которым шел на суд Джордано Бруно, были отгорожены веревками от многочисленных зрителей, заполнивших площадь Цветов (Масляный луг). На высоком помосте, в средневековых

монашеских балахонах заседал трибунал святейшей инквизиции во главе с папой.

Это было впечатляющее и незабываемое зрелище. По дорожкам медленно движется процессия. Окруженный стражей, одетой в черные сутаны, закованный в цепи идет Бруно. В истрепанной одежде, со спокойным и гордым лицом он величаво смотрит на окружающих. Во взоре ученого нет страха, хотя он знает, что ждет его впереди. Вечернее солнце освещает мрачные лица судей, их островерхие капюшоны. Бруно подводят к судилищу. Ему зачитывается обвинительное заключение, а затем начинается допрос по предъявленным пунктам обвинения. Кардиналы-инквизиторы пытаются заставить мыслителя отречься от учения о множественности обитаемых миров. Бруно твердо защищает свои идеи и отказывается от отречения. Приговор инквизиции обрекает Джордано Бруно на сожжение живым на костре. Спокойно выслушав приговор, ученый заявляет трибуналу: «Вероятно, вы с большим страхом произносите приговор, чем я выслушиваю его».

У костра жертву инквизиции поджидали два палача. Они схватили Бруно и привязали крепкими веревками и цепью к столбу. Костер «подожгли», и уже из «пламени» были слышны гордые пророческие слова: «Сжечь — не значит опровергнуть, грядущие века поймут и оценят меня». Так закончилось театрализованное представление, посвященное памяти одного из самых замечательных мыслителей эпохи Возрождения.

После представления зрителей пригласили к телескопу. Он был установ-

лен на соседней открытой площадке с хорошим обзором неба. Все желающие могли не только посмотреть в телескоп на видимые в тот период планеты, но и получить необходимые пояснения и ответы на интересующие их вопросы.

Обширна была лекционная деятельность массовой секции Ленинградского отделения ВАГО. Лекции по астрономической тематике готовились очень тщательно. Каждая из них утверждалась на бюро секции, а затем на методическом совете Дома занимательной науки. Две лекции «Есть ли жизнь на других планетах» и «Кометы и метеоры» были заслушаны на выездных заседаниях в студенческой аудитории 2-го Ленинградского медицинского института. Выездные заседания массовой секции проходили в Домах культуры Выборгском и Промкооперации (ныне Дворец культуры имени Ленсовета), где с лекциями выступали профессор В. В. Шаронов и С. К. Всехсвятский. Большим успехом пользовались вечера занимательной науки, которые проводил В. И. Прянишников.

Активисты массовой секции Ленинградского отделения ВАГО организовали астрономические кружки при разных учреждениях. Так, при Доме занимательной науки работал астрономический кружок для школьников. Им руководил П. П. Степанов. Другой кружок был создан автором этой статьи для студентов 2-го Ленинградского медицинского института. В кружках проводились теоретические занятия и наблюдения неба в телескоп Дома занимательной науки. В многотиражной газете 2-го Ленинградского медицинского института

в течение полутора лет регулярно печатались популярные статьи по астрономии и вопросы астрономических викторин.

Заседания массовой секции в 1937—1940 годах созывались регулярно раз в месяц. Как правило, на них присутствовали члены организационного бюро секции С. К. Всехсвятский, С. И. Селешников, В. Н. Петров, П. П. Степанов, П. В. Григорьев и автор статьи. Довольно часто эти заседания посещали профессора С. Г. Натансон, К. Ф. Огородников, М. С. Эйгенсон. На заседаниях секции разрабатывались темы лекций по астрономии. Проекты лекций передавались Домам культуры и клубам. Заслушивались также обзоры издававшихся в тот период брошюр и книг по астрономии. Критические замечания в адрес тех или иных изданий доводились до членов массовой секции, читавших лекции, а отзывы на опубликованные книги направлялись в издательства.

В кратком очерке невозможно рассказать о всей большой работе, выполнявшейся активом массовой секции, в которой мне пришлось работать почти пять лет до начала Великой Отечественной войны.

А. И. СТЕПАНОВ



КОСМИЧЕСКАЯ
ФИЛАТЕЛИЯ

500-летие Коперника в польской филателии

Польская почта заблаговременно, на протяжении пяти лет занималась пропагандой деятельности великого астронома Николая Коперника в связи с предстоящими торжествами по случаю 500-летия со дня его рождения. Пять лет «визитные карточки» Польской Народной республики рассказывали во всех уголках Земли о выдающемся значении гелиоцентрической системы мира. Создавались прекрасные образцы оригинальных графических решений коперниковской темы. Этот почин министерства связи ПНР, активно поддержанный Союзом польских филателистов, стал значительным успехом всего мирового филателистического движения.

Среди первой юбилейной коперниковской серии 1969 года особого упоминания заслуживает марка достоинством в 0,40 злотых. Портрет Коперника на ней воспроизведен с гравюры по дереву работы швейцарского мастера Тобиаса Штиммера (1539—1584 гг.). Эта гравюра впервые увидела свет в галерее портретов знаменитых людей, изданных Рейснером в 1587 году. Работая над гравюрой, Штиммер копировал утраченный ныне автопортрет Коперника, и поэтому она, по всей видимости, достаточно точно передает подлинный облик великого ученого.

Портретам Коперника удивительно не повезло: до нас не дошло ни одного из его автопортретов (а их было, по крайней мере, два или три) и, возможно, ни одного из прижизненных изображений. Кроме гравюры Штиммера есть еще два портрета, которым современные историки склонны оказывать наибольшее доверие. В 1571—1574 годах тот же Т. Штиммер напи-

сал маслом портрет Коперника в Страсбургском соборе. Портрет, к несчастью, погиб, однако на доске дру-

гого формата сохранилась копия с него (Страсбургский портрет). Он помещен на марке достоинством в 4 зло-



КОПЕРНИКОВСКАЯ ТЕМА НА ПОЛЬСКИХ МАРКАХ (1969—1973 гг.)

Дата выпуска	Художник	Номинал (в злотых)	Сюжет	Тираж (в млн.)
Из серии «Туристические достопримечательности Польши»				
20.V.69.	Анджей Гейдрих]	2,50	Торунь со стороны Вислы	5]
Первая юбилейная серия «Коперник»				
26.VI.69	Генрик Хилинский	0,40	Портрет Коперника с гравюры по дереву Тобиаса Штиммера (1539—1584)	7
		0,60	Портрет с гравюры Перемии Фалька (1609—1677)	7
		2,50	Портрет с картины Яна Матейко	4
Вторая юбилейная серия «Итальянские университетские города, в которых учился Коперник»				
26.VI.70	Хелена Матушевская	0,40	Болонья. Портрет с миниатюры М. Вачиарелли	6,5
		0,60	Падуга. Портрет с миниатюры В. Лесера	6,5
		2,50	Феррара. Портрет по картине З. Нора с копии XV века	3
Из серии «Польские замки»				
5.III.71	Тадеуш Михалюк	8,50	Замок Лидзбарк Вармийский	1
Третья юбилейная серия «Путями Коперника»				
1.VI.71	Анджей Гейдрих	0,40	Дом Коперника в Торуне	8
		0,60	Краковский университет	8
		2,50	Замок в Ольштыне	2,5
		4,00	Кафедральный собор Фромборка	2
Четвертая юбилейная серия «Николай Коперник — жизнь и деятельность»				
28.IX.72	Вальдемар Анджеевский	0,40	Коперник-астроном. С гравюры Якоба ван Мерса (около 1654 г.)	8
			Коперник-экономист. С офорта конца XVI века	8
		2,50	Коперник-гражданин. С гравюры И. Фалька (около 1645 г.)	3
		3,40	Коперник-гуманист. Портрет с ландшафтом	3
		10+5	Иллюстрация из «Гармоний микрокосмоса» Целария, 1660 год. Блок	1,2
Марки на катушках для продажи автоматами				
28.XII.72	Анджей Гейдрих	1,00	Портрет Коперника	повторяющиеся
		1,50		
Пятая юбилейная серия «Портреты Коперника»				
18.II.73	Генрик Хилинский	1,00	Портрет с миниатюры М. Вачиарелли	20
		1,50	Торунский портрет	20
		2,70	Портрет с картины З. Нора	3
		4,00	Страсбургский портрет	5
		4,90	Картина Яна Матейко	1
Из серии «Освоение космического пространства»				
20.VI.73	Збигнев Стасик	4,90	Американская орбитальная обсерватория «Коперник»	2,4
Серия «Всемирная филателистическая выставка «Польша-73»				
30.VI.73	Вальдемар Анджеевский	1,00	Печать Познани, 1344 год	15
		1,50	Надгробие М. Томницкого, 1478 год	15
		2,70	Калишский дискос, ранее 1200 года	5
		4,00	Фрагмент Гнезненских дверей, 1170 год	5
19.VIII.73		10+5	Вид Познани. Фон оливковый. Блок	1,2
		10+5	То же. Фон фиолетовый	0,34
Одиночная марка по случаю «Дня почтовой марки 1973 года»				
27.IX.73	Анджей Гейдрих	4+2	Портрет с картины Марсело Вачиарелли (1731—1818) из коллекции королевского замка в Варшаве	4

тых пятой юбилейной серии 1973 года. Третьим из наиболее достоверных изображений Коперника считается портрет маслом из Торунского музея работы неизвестного мастера, который, по некоторым данным, написан либо с натуры, либо с несохранившегося автопортрета. Торунский портрет воспроизведен на марке серии 1973 года номиналом в 1,50 злотых. Другие портреты Коперника написаны в той или иной мере под впечатлением одного из трех упомянутых.

По традиции, польский журнал «Fielatelist» ежегодно выявляет лучшие марки страны, опрашивая своих читателей. Они называют самые лучшие три марки минувшего года. В 1969 году выше всех из коперниковской серии Г. Хилинского поднялась марка достоинством в 0,60 злотых. В списке лучших марок года она стоит на одиннадцатом месте. Хотя «Дожики» Х. Матушевской — автора второй коперниковской серии 1970 года — были признаны лучшей маркой 1966 года, а в том же 1970 году большой успех выпал на долю ее серии «Вавельские гобелены», суровые судьи — коллекционеры критически отнеслись к работе этой художницы над коперниковской темой. Среди 19 лучших марок 1970 года не нашлось ни одной, посвященной Копернику. Та же судьба постигла А. Гейдриха — автора лучших польских марок 1964 и 1968 годов. Марки достоинством 0,40 и 0,60 злотых из третьей юбилейной серии «Путями Коперника», подготовленной А. Гейдрихом в 1971 году, остались, соответственно, на девятом и одиннадцатом местах.

Требовательность филателистов по отношению к маркам в честь Копер-



ника имела все основания. И в 1972 году наступил, наконец, перелом, когда лучшим выпуском года был по справедливости назван оригинальный блок «Гелиоцентрическая система мира» из четвертой юбилейной серии художника В. Анджеевского. В 1973 го-

ду в списке «Filatelista» коперниковские марки отвоёвали сразу четыре первых места. Лучшей маркой 1973 года была признана одиночка достоинством 4+2 злотых, выпущенная по случаю «Дня почтовой марки» (художник А. Гейдрих). (Доплата шла в поль-

зу всенародного фонда средств на восстановление разрушенного гитлеровцами королевского замка в Варшаве.) На втором месте остался новый удачный блок художника В. Анджеевского, выпущенный по случаю всемирной филателистической вы-



«Гипотезы о звездах и Вселенной»

В книге В. А. Бронштэна «Гипотезы о звездах и Вселенной» («Наука», М., 1974 г.) обсуждаются многие актуальные, самые злободневные, зачастую нерешенные и дискуссионные вопросы современной астрономии. Уже в первых трех главах, которые по объему занимают немногим более половины книги, рассматриваются такие фундаментальные астрономические проблемы, как внутреннее строение звезд различных спектральных классов и их химический состав, источники звездной энергии и происхождение химических элементов, причины переменности цефеид и вспышек но-

вых и сверхновых, образование звезд и их эволюция. Остальные четыре главы посвящены метagalactic астрономии — строению и развитию Большой Вселенной. Здесь читатель встретится с описанием различных типов галактик и квазаров, радиоисточников и пульсаров, познакомится с современными представлениями о происхождении галактик, о прошлом и будущем Вселенной.

Уже простое перечисление затронутых в книге вопросов говорит о необычайном богатстве ее содержания. Однако автор не просто сообщает обширный фактический материал, но

и приводит различные точки зрения на то или иное астрономическое явление. В большинстве случаев в книге дается аргументированная интерпретация разнообразных наблюдательных данных, подчеркиваются сильные и слабые стороны существующих теорий, показываются их преимущества и недостатки, обоснованно оцениваются научные идеи.

Несомненный интерес представляет и то, что различные научные взгляды излагаются автором в историческом аспекте. Перед читателем раскрывается процесс научного познания, процесс движения от незнания к знанию,

ставки в Познани «Польша-73». Этот блок со старинной панорамой Познани и эмблемой выставки — стилизованным портретом Коперника — был напечатан в двух вариантах: блок с оливковым фоном для обычной продажи (тираж 1,2 млн. экз.) и блок с фиолетовым фоном для продажи вместе с билетом на выставку (тираж 340 тыс. экз.).

Третье место среди эмиссий 1973 года заняла марка Г. Хилинского достоинством 4,90 злотых из пятой юбилейной серии «Портреты Коперника», воспроизводящая известную картину Яна Матейко. Четвертое место читатели «Filatelista» предоставили марке номиналом 4,90 злотых с изображением американской орбитальной обсерватории «Коперник». Проект этой марки выполнил З. Стасик — автор лучшей польской марки 1970 года, — которая, кстати, также была посвящена изучению космического пространства (полету советской автоматиче-

ской станции «Луна-16»). Марка З. Стасика печаталась в кляйнбюгенах по 6 штук с двумя купонами и красочными полями.

Среди интересных выпусков коперниковской тематики — две марки с одинаковым сюжетом достоинствами 1 и 1,50 злотых, выпущенные 28 декабря 1972 года. Они предназначались для продажи автоматами, которые в порядке эксперимента были установлены в почтовом отделении Варшава-80. Марки по проекту А. Гейдриха печатались рулонами по 100 штук повторяющимися тиражами типографией в Лейпциге (ГДР). Те же стандартные марки использованы для конвертов и почтовых карточек.

Кроме почтовых марок и блоков польская почта отметила юбилей Коперника многочисленными спецгашениями, конвертами и почтовыми карточками. Так, 10 июля 1972 года увидели свет четыре варианта почтовой карточки с портретом Коперника (про-

ект Витольда Хомича). Варианты различаются текстом подписей. (Тираж каждого из вариантов 200 тыс. экз.)

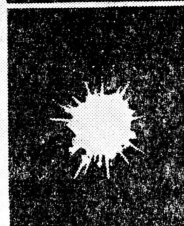
Число спецгашений, посвященных юбилею Коперника, превысило в 1973 году в Польше 60. Неизбежно такое крупное почтовое мероприятие не могло обойтись без некоторых промахов в сюжетах. Самая досадная неудача постигла художника Гейдриха. На купоне его марки (1971 г.) изображена армиллярная сфера, а в надписи она названа астролябией...

Воодушевленные примером польской почты, 60 государств мира на пяти континентах отметили коперниковские торжества 1973 года выпуском 163 почтовых марок и памятных блоков. Это служит еще одним ярким свидетельством уважения современников к научному подвигу основателя гелиоцентрической системы мира.

Кандидат физико-математических наук

А. А. ГУРШТЕЙН

В.А. БРОНШТЭН



ГИПОТЕЗЫ О ЗВЕЗДАХ И ВСЕЛЕННОЙ

от предположения к строго обоснованной теории по мере накопления все новых и новых сведений об окружающем нас безграничном мире. И каждое явление предстает перед читателем в необычном богатстве своих характеристик. Оно показывается диалектически взаимосвязанным с множеством как будто бы совершенно независимых явлений: «...содружество физики и астрофизики позволило связать и объяснить с единой точки зрения столь, казалось бы, различные явления, как вспышки сверхновых (и, вероятно, новых), радиотуманности, радиоизлучение Галактики, межзвездные магнитные поля и космические лучи. Это — один из примеров мощи современной науки» (стр. 162). Так что с уверенностью можно сказать, что основная задача, поставленная автором в предисловии к книге, показать «творческую кухню астрономов», блестяще решена.

Хочется также отметить непринужденный характер повествования, образный язык, насыщенный множеством удачных сравнений, с которыми мы встречаемся буквально на первых

же страницах книги. Читатель найдет в ней также массу любопытных деталей, относящихся к биографиям ученых.

К сожалению, в книге все же попадаются небольшие неточности и не совсем удачные, по нашему мнению, места. Так, на стр. 7 следовало бы подчеркнуть, что при определении солнечной постоянной единичная площадь принимается находящейся за пределами земной атмосферы. На стр. 12 употребляется устаревший термин «интеграл живых сил» вместо «интеграл энергии». На стр. 119 встречается слово «небулярный», а смысл его разъясняется лишь на стр. 226. Остается неясным, каким образом было установлено направление вращения спиральных галактик (стр. 254). Вряд ли украшает книгу упоминание о бутылке виски в связи с описанием спора Р. Минковского и В. Бааде (стр. 305). В числовых оценках и примерах отдается предпочтение не Международной системе единиц, а системе СГС. Не все гипотезы, особенно имеющие отношение к галактической космогонии и космологии, излагаются достаточно подробно, с необходимым анализом. Иногда просто на веру берутся отдельные результаты без указания метода, которым они получены. Впрочем, как говорил Козьма Прутков, «нельзя объять необъятное».

В целом книга увлекательно рассказывает историю развития основных астрономических идей за последние два-три столетия. Ее с интересом прочтут любители и специалисты-астрономы.

Доцент
А. В. АРТЕМЬЕВ

Профессор
В. В. РАДЗИЕВСКИЙ

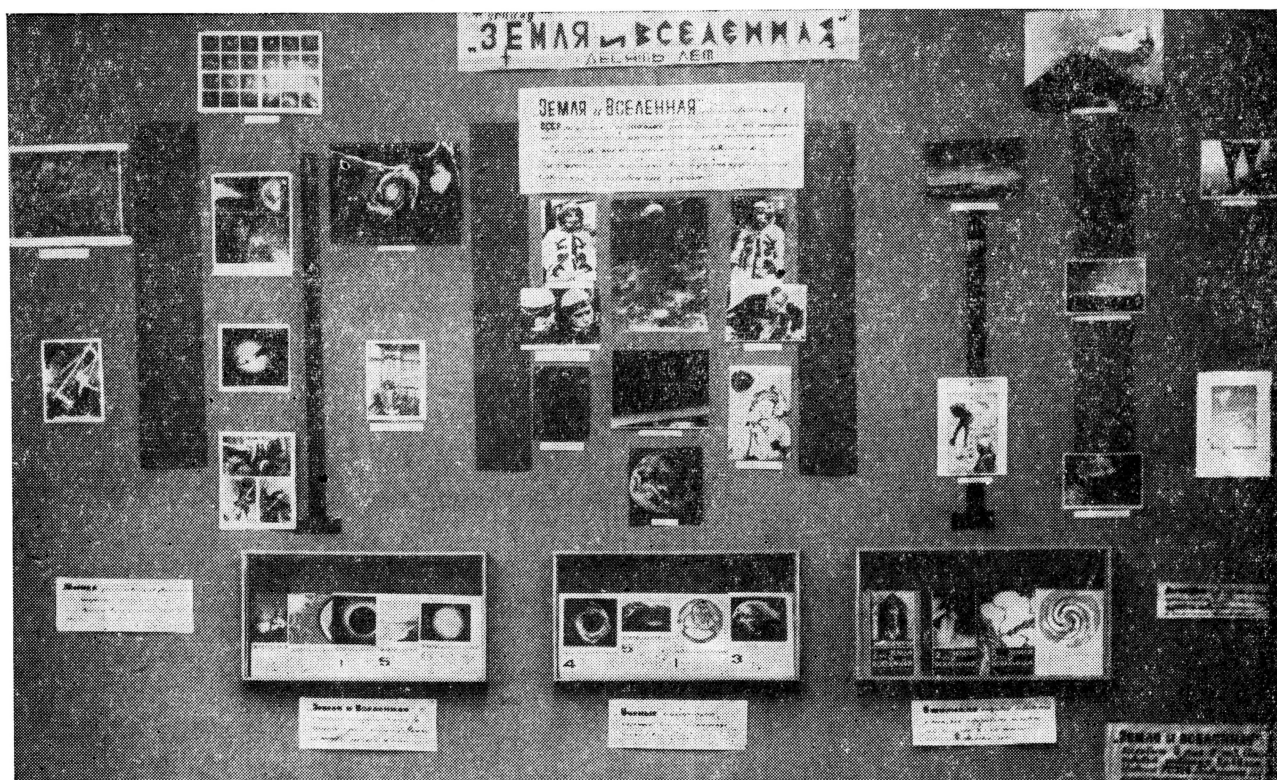
НОВЫЕ КНИГИ

КНИГА О ЖИЗНИ ЗВЕЗД

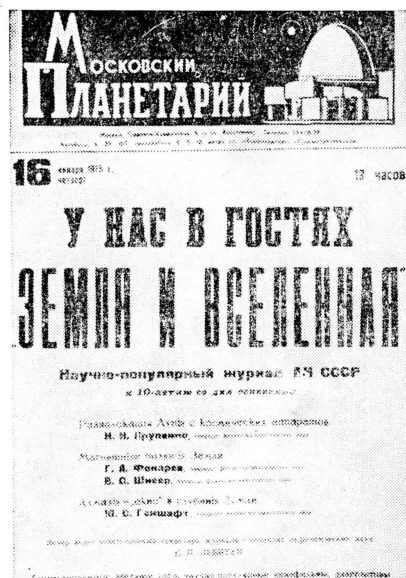
В 1975 году издательство «Наука» выпустило в свет новую книгу члена-корреспондента АН СССР И. С. Шкловского «Звезды: их рождение, жизнь и смерть». Введение к своей книге И. С. Шкловский заканчивает следующими словами, раскрывающими суть авторского замысла: «В мире звезд мы встречаем огромное разнообразие явлений... Рентгеновские звезды, космические мазеры, пульсары и вспыхивающие карликовые звезды, планетарные туманности с их удивительными ядрами и цефеиды, наконец просто «обыкновенные», ничем, казалось бы, не примечательные звезды — это ли не чудо природы! Чтобы в какой-то степени понять, что собой представляет Вселенная, надо прежде всего знать, что такое звезды и как они эволюционируют. В этой книге автор сделал попытку ответить на поставленные вопросы, опираясь на достижения современной астрономии. Следует, однако, иметь в виду, что на многие вопросы исчерпывающих ответов пока еще нет. Фронт науки в этой области находится в постоянном движении. Но, может быть, в этом и состоит прелесть беседы на эту увлекательную тему...».

Книга состоит из четырех частей: I. «Звезды рождаются» (основные сведения о звездах и межзвездной среде, газово-пылевые комплексы, космические мазеры, эволюция протозвезд); II. «Звезды излучают» (теория излучения звезд, модели звезд, проблемы эволюции звезд); III. «Звезды взрываются» (основные сведения о сверхновых звездах); IV. «Звезды умирают» (нейтронные звезды, пульсары, рентгеновские звезды, черные дыры).

Монография И. С. Шкловского предназначена для широкого круга людей, серьезно интересующихся проблемами современной астрофизики.



ВСТРЕЧА С ЧИТАТЕЛЯМИ «ЗЕМЛИ И ВСЕЛЕННОЙ»



В Московском планетарии ежегодно проводятся встречи читателей журнала с редколлегией и авторами статей. В январе состоялся очередной устный выпуск журнала. Он совпал с десятилетием «Земли и Вселенной». Вел устный выпуск ответственный секретарь журнала Е. И. Левитан. Ведущий и выступившие на вечере авторы ряда интересных статей рассказали о новейших исследованиях космического пространства автоматическими станциями, о квазарах, пульсарах, о готовящемся совместном полете кораблей «Союз» и «Аполлон», о некоторых актуальных проблемах геофизики.

Радиолокация Луны было посвящено выступление кандидата физико-математических наук Н. Н. Крупенно. Фильм «Здравствуй, лунный камень» воссоздал картину работы автоматической станции «Луна-16» на поверхности Луны.

«Алмазы — окно в глубины Земли» — так назвал свое сообщение научный сотрудник Института физики Земли АН СССР кандидат физико-математических наук Ю. С. Генштафт. Разгадка тайн ал-

мазов — это познание многих процессов, происходящих в недрах Земли. Ю. С. Генштафт подробно остановился на вопросах происхождения алмазов, их строения, а также способах получения искусственных алмазов. Его рассказ иллюстрировали красочные диапозитивы и кинофильм «Тайна алмазов».

«Магнитные полюсы Земли» — тема выступления кандидата физико-математических наук Г. А. Фонарева. Ознакомив слушателей с историей поисков и открытия северного и южного магнитных полюсов, автор рассказал о их миграции в прошлые геологические эпохи и в настоящее время. Дожидчиво и интересно он сообщил научные гипотезы о происхождении магнитного поля Земли.

В заключение участники встречи просмотрели фильм «Экипажи космических кораблей «Союз» — «Аполлон». В фойе Планетария был размещен стенд, знакомящий посетителей с журналом «Земля и Вселенная».

В. Б. ЭЛИНЗОН



СЛЫШУ МЕТЕОРЫ!

До сих пор метеоры регистрировались либо оптическими приборами, либо радиолокаторами. А нельзя ли «охотиться» за метеорами с... микрофоном?

Как известно, при сверхзвуковом полете тела в окружающем воздухе возникает ударная волна — резкий скачок давления. Распространяясь в атмосфере, ударная волна теряет энергию, ее острый фронт расплывается, ударная волна превращается в звуковую, а затем в инфразвуковые колебания, скорость которых постоянна и равна около 300 м/сек. Гул и грохот во время полета мощных болидов и тем более при падениях метеоритов отмечаются всеми очевидцами. Неоднократно эти акустические эффекты были случайно записаны на ленты микробарографов; известны эпизодические записи даже на сейсмографах.

Регистрация метеорных инфразвуков приобрела **практический интерес**, когда удалось разработать надежные способы **определения, откуда** пришел звуковой сигнал. Сделали это сотрудники геологической обсерватории Колумбийского университета (США). Три разнесенные на несколько сот метров микрофоны регистрируют звуковые колебания в полосе частот от 0,1 до 10 гц, то есть ниже слышимого диапазона. Уверенно ощущаются колебания с амплитудой менее 1 мкбар (приблизительно 1 дин/см²). Значения звуковых давлений, зафиксированных каждым микрофоном, поступают на самописец. На ленте получаются три параллельные барограммы, колебания на которых смещены во времени относительно друг друга на 2—3 секунды. Это понятно, ведь звуковая волна приходит на микрофоны не одновременно. Зная, как установлены на местности микрофоны, по разностям времен можно определить азимут прихода волны, а также скорость распространения акустического возмущения.

Интересно, что эта скорость пре-

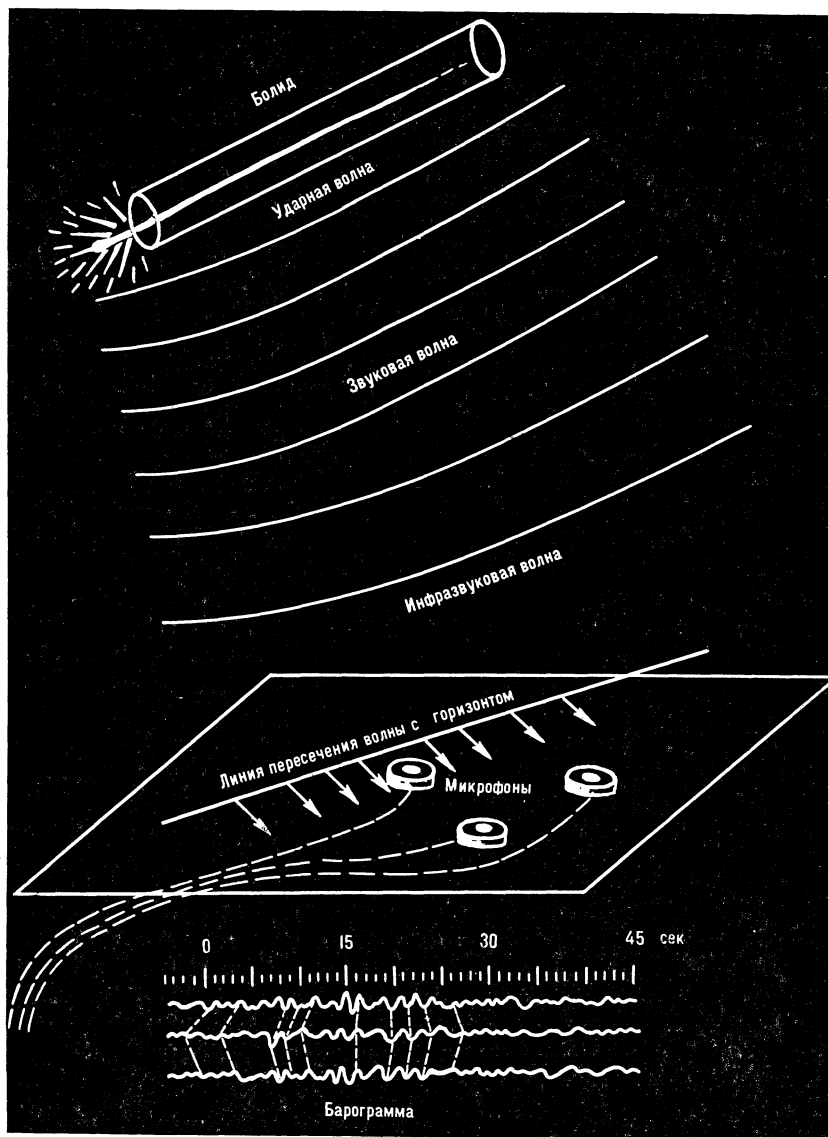


Схема наблюдения акустических эффектов, возникших при пролете в атмосфере болида

ДАННЫЕ О МЕТЕОРНЫХ ТЕЛАХ ПО АКУСТИЧЕСКИМ НАБЛЮДЕНИЯМ

Дата	1.IV.1965	18.IX.1966	14.XII.1968	19.XII.1969
Место наблюдения	Канада	Канада	США	Аляска
Характер объекта	Метеорит	Болид	Болид	Болид
Удаление, км	1700	2500	800	300
Амплитуда, мкбар	8,0	2,6	2,2	4,6
Период, секунды	16,5	54	3	—
Диаметр тела, м	14	50	1,5	13
Масса, т	4000	60 000	2	900
Энергия, эрг	$3 \cdot 10^{21}$	$3 \cdot 10^{22}$	$1 \cdot 10^{18}$	$6 \cdot 10^{22}$

вышает скорость звука в воздухе (300 м/сек). Наблюдались, например, значения 1000 м/сек и более. Дело в том, что расположенные на земле микрофоны фиксируют горизонтальную скорость, с которой «бежит» линия пересечения фронта волны с плоскостью земли. А эта скорость (v) тем больше, чем круче падает на землю волна, то есть чем больше угловая высота (θ) источника звука над плоскостью горизонта. Из этих соображений можно найти угловую высоту источника по формуле: $v \cos \theta = 300$ м/сек.

Трехмикрофонная барограмма дает в каждый момент азимут и угловую высоту источника звука. На небесной сфере можно начертить его видимую траекторию. Чтобы получить истинную траекторию в пространстве, надо, очевидно, иметь такие же наблюдения из другого удаленного базисного пункта. Тогда легко найдутся абсолютные высоты и точка встречи траектории болида с землей. Но базисные наблюдения еще не проводились.

Рассмотрение характеристик барограммы — амплитуды, частоты колебаний, длительности — позволяет определить многие параметры метеорного тела: размеры, энергию и др. Правда, для этого нужны точные траекторные данные и достаточно подробная информация о ветрах и температурах в той области атмосферы, где распространяется звук.

Американский геофизик О. Ривелл, разрабатывающий теорию инфразвуковых наблюдений болидов, установил, что современным приборам доступны метеорные тела поперечником более 10 см, имеющие кинетическую энергию выше 10^{16} эрг порождающие болиды ярче — 8. Возникающую вдоль траектории метеора ударную волну Ривелл рассматривает как цилиндрический взрыв. Линейная энергия взрыва не что иное, как потеря кинетической энергии телом на единицу пути. Она связана с диаметром, массой и скоростью тела. Потери энергии, которые несет волна, распространяясь с метеорных высот

до земной поверхности, также можно рассчитать. Ривелл определил по акустическим наблюдениям характеристики нескольких крупных болидов, записи о которых он нашел на старых микробарограммах. Все эти болиды оказались довольно массивными.

Сколь часто в атмосфере гремят космические взрывы? Каков приток на Землю крупных метеорных тел? Эта важная проблема имеет принципиальное космогоническое значение. Пока существуют только весьма ориентировочные данные. Так, согласно наблюдениям американской сети фотографических болидных станций, за ночь над территорией США появляется не более одного метеорита массивнее 10 кг. Сходную по порядку величины частоту метеоритных ударов дают сейсмографы, установленные на поверхности Луны экспедициями «Аполлон».

Акустические наблюдения, возможно, скажут новое слово в метеорной астрономии. Но пока сделаны лишь первые шаги. В ближайшие годы предполагается оснастить акустической аппаратурой болидные фотографические сети в Канаде и США. Конечно, эти наблюдения применимы только для крупных болидов, проникающих в атмосферу на высоту не более 50 км. Выше воздух разрежен, и звуковая волна там просто не возникает. Перед исследователями открывается заманчивая перспектива: прослушивая небо, определять места падений метеоритов.

По материалам журналов «Science» и «Sky and Telescope»

ПОСЛАНИЕ ВНЕЗЕМНЫМ ЦИВИЛИЗАЦИЯМ

16 ноября 1974 года в космическое пространство отправлено первое радиопослание внеземным цивилиза-

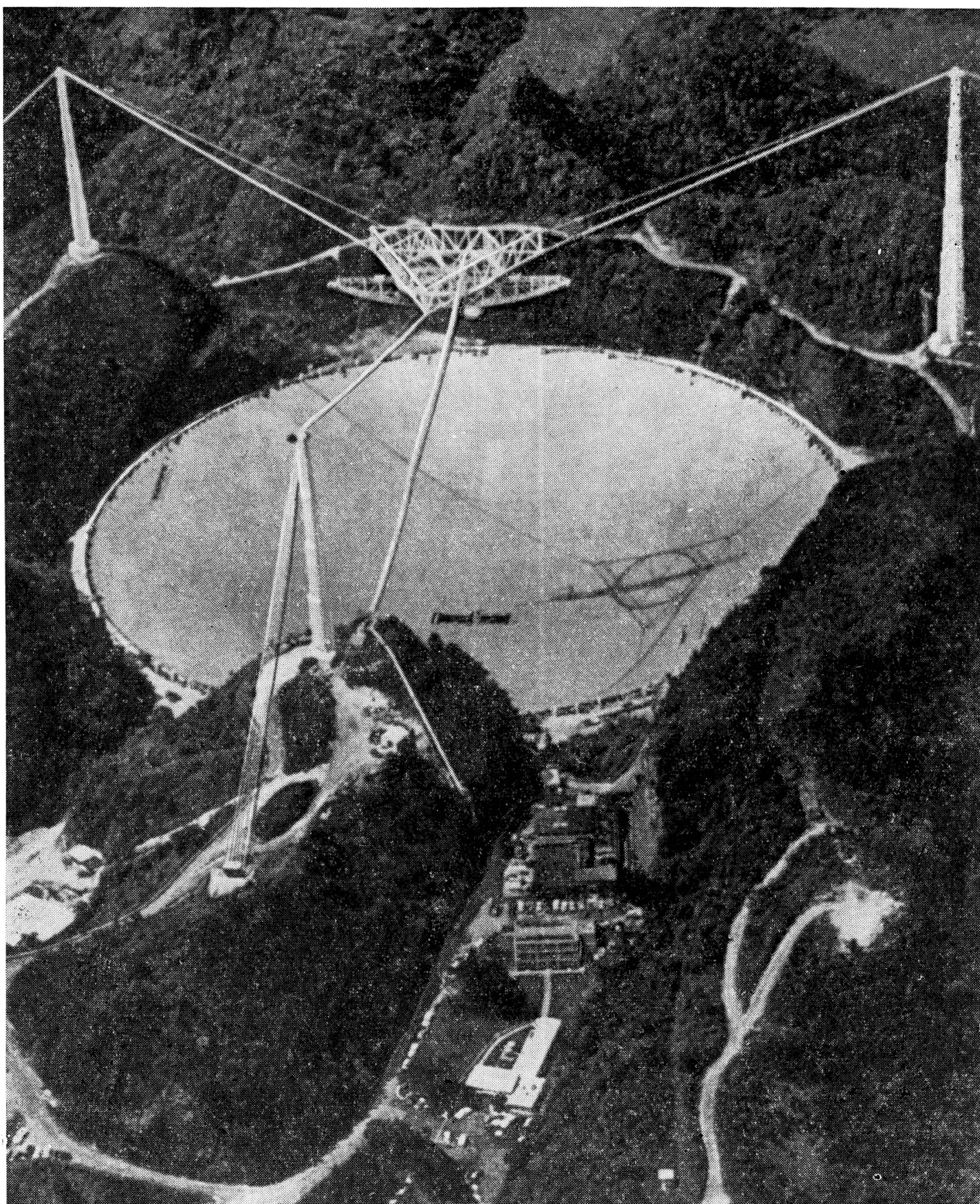
циям. Его передал крупнейший в мире 300-метровый радиотелескоп в Аресибо (Пуэрто-Рико), принадлежащий Национальному астрономо-ионосферному центру США.

Радиотелескоп в Аресибо модернизирован. Если раньше его рефлектор, смонтированный в естественном чашиобразном углублении почвы, принимал лишь длинноволновое излучение, то теперь он способен регистрировать и короткие волны. Этот радиотелескоп ныне можно использовать не только как пассивный приемник, но и как радарный излучатель сигнала в космическое пространство. На радиотелескопе будут исследоваться структура верхней атмосферы, наблюдаться планеты и астероиды. Есть надежда, что он поможет открыть пылевые спутники Земли, которые могут находиться в определенных точках лунной орбиты. Теоретически существует возможность, что 300-метровый гигант обнаружит до 100 тыс. ранее неизвестных космических источников. На церемонии ввода в строй радиотелескопа и было отправлено радиопослание внеземным цивилизациям.

Мощный сигнал нацелен в сторону шарового звездного скопления М 13, содержащего примерно 30 тыс. звезд. По мнению известного астронома К. Сагана, вероятность того, что некоторые из них обладают планетными системами, где может развиваться цивилизация, составляет 1:2. Это скопление в созвездии Геркулеса выбрали еще и потому, что пучок радиоизлучения за время пребывания в пути (около 24 тыс. лет) вследствие рассеяния должен приобрести поперечник, близкий к диаметру скопления. Таким образом, бесполезная трата энергии будет сведена к минимуму.

Содержание «радиограммы», адресованной внеземным цивилизациям, и принципы ее кодирования разработаны в Корнеллском университете под руководством Ф. Дрейка и

300-метровый радиотелескоп в Аресибо



4 ИЮЛЬ АВГУСТ 1975 ЗЕМЛЯ И ВСЕЛЕННАЯ

Орган Секции физико-технических и математических наук, Секции наук о Земле Президиума Академии наук СССР и Всесоюзного астрономо-геодезического общества

Редакционная коллегия:
Главный редактор доктор физико-математических наук Д. Я. МАРТЫНОВ. Ответственный секретарь кандидат педагогических наук Е. П. ЛЕВИТАН. Член-корреспондент АН СССР Г. А. АВСЮК, доктор географических наук А. А. АКСЕНОВ, кандидат физ.-мат. наук В. А. БРОНШТЭН, член-корреспондент АН СССР Ю. Д. БУЛАНЖЕ, доктор техн. наук А. А. ИЗOTOV, доктор физ.-мат. наук И. К. КОВАЛЬ, доктор физ.-мат. наук Р. В. КУНИЦКИЙ, доктор географических наук В. Г. КОРТ, доктор физ.-мат. наук Б. Ю. ЛЕВИН, кандидат физ.-мат. наук Г. А. ЛЕЙКИН, академик А. А. МИХАЙЛОВ, доктор физ.-мат. наук И. Д. НОВИКОВ, доктор физ.-мат. наук К. Ф. ОГОРОДНИКОВ, доктор физ.-мат. наук Г. Н. ПЕТРОВА, доктор геол.-мин. наук Б. А. ПЕТРУШЕВСКИЙ, доктор физ.-мат. наук В. В. РАДЗИЕВСКИЙ, доктор физ.-мат. наук Ю. А. РЯБОВ, доктор техн. наук К. П. ФЕОКТИСТОВ.

Адрес редакции: 117333
Москва В-333, Ленинский пр., д. 61/1
тел. 135-63-08, 135-64-81

Художественный редактор
Л. Я. Шимкина

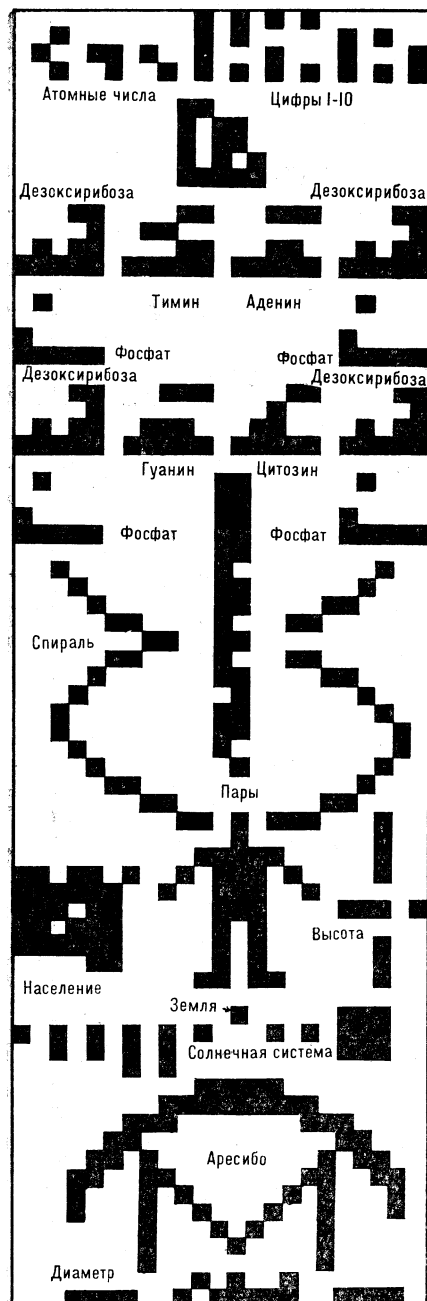
Корректоры: С. М. Веритэ,
Т. Н. Морозова

Обложку оформил
М. Златковский

При перепечатке ссылка на журнал
«Земля и Вселенная» обязательна.

Т-10999. Подписано в печать 5/VIII 1975 г.
Сдано в набор 29/IV 1975 г. Формат бумаги
84×108¹/₁₆. Бум. л. 3,0. Печ. л. 10,08. Уч.-
изд. л. 11,0. Цэна 10 коп. Тираж 45.000
Заказ 2202.

2-я типография издательства «Наука»,
121099, Москва, Г-99, Шубинский пер., 10



Б. Оливера. Использовалась двоичная система счисления с применением сетки, состоящей из 23 знаков в ширину и 73 знаков в длину, — всего 1679 знаков. Это последнее число должно обратить на себя внимание разумных существ и стать ключом ко всему коду, ибо оно является произведением двух простых чисел.

Послание начинается перечислением цифр от 1 до 10 в двоичной системе. Затем следуют атомные числа химических элементов — водорода, углерода, азота, кислорода и фосфора.

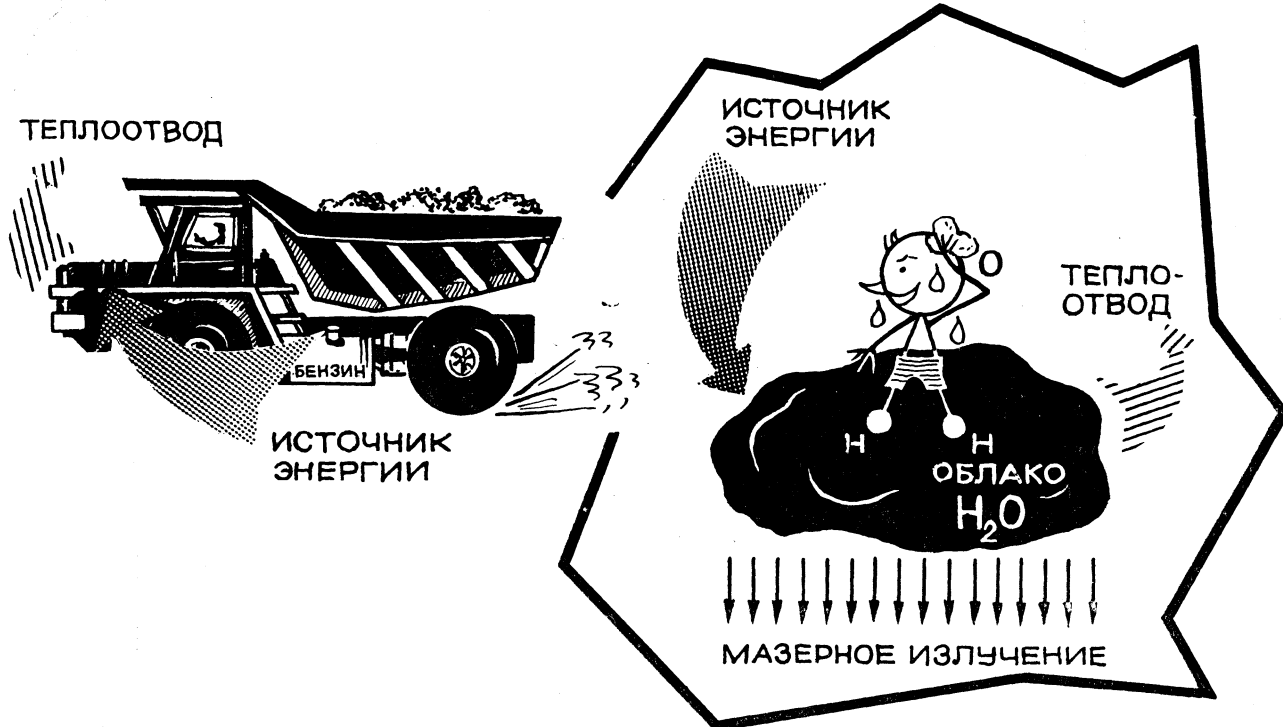
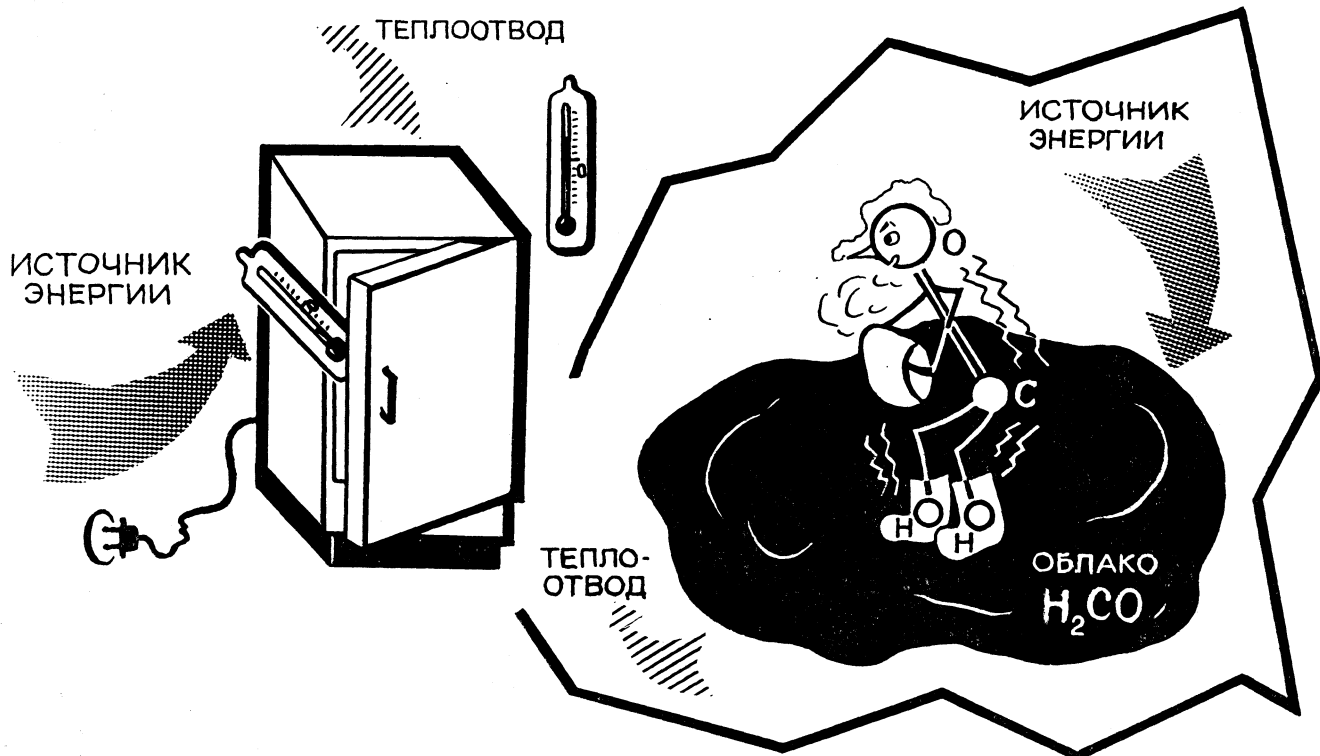
Ниже располагаются составляющие молекулы ДНК — основного наследственного вещества клетки. Под ними схематически изображено строение ДНК — «двойная спираль» с идущим вниз по ее центру числом, приблизительно показывающим количество «основных пар» информационных единиц, которые содержатся в ДНК человека. В центре следующей строки — фигура самого человека. Слева от нее проставлено число 4 млрд., примерно соответствующее численности населения на Земле. Справа от силуэта человека — число 14. Это — высота среднего представителя человеческого рода, если за единицу измерения принять 12,6 см — длину волны, на которой передано послание.

В предпоследней строке показана наша Солнечная система, причем Земля выделена из общего ряда планет. Завершается послание схемой радиотелескопа Аресибо и числом 2430 — таков диаметр телескопа, выраженный в длинах радиоволн, на которых передано послание.

Когда на радиотелескопе в Аресибо не будут проводиться наблюдения, послание будет передаваться автоматически. Если представители внеземной цивилизации M13 сразу воспримут его, расшифруют и немедленно отправят в сторону Земли ответ, он поступит сюда примерно через 48 тыс. лет...

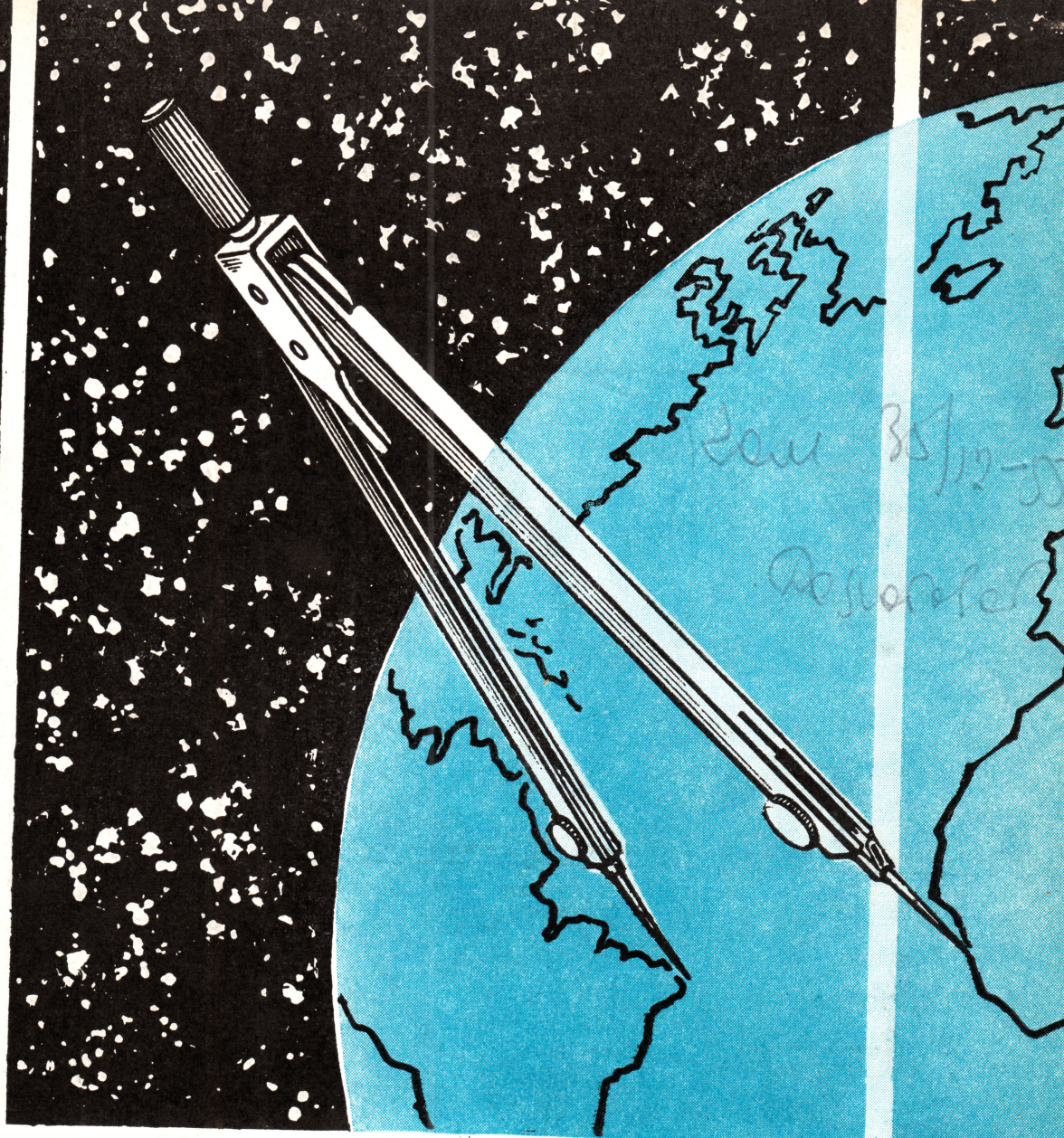
«Science News», 106, 20, 21, 1974.

Послание внеземным цивилизациям,
переданное 16 ноября 1974 года



ВНЕШНЯЯ ЭНЕРГИЯ-ТЕПЛОТВОД =
МЕХАНИЧЕСКАЯ РАБОТА

ВНЕШНЯЯ ЭНЕРГИЯ-ТЕПЛОТВОД =
МАЗЕРНОЕ ИЗЛУЧЕНИЕ



ИЗДАТЕЛЬСТВО „НАУКА“

ЦЕНА 40 КОП
ИНДЕКС 70336